Über die systematische Bedeutung der anatomischen Charaktere der Scrophulariaceen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt

von

Erwin Koch

aus Frankenthal,

Assistent am botanischen Institut der Universität Göttingen.

Tag der mündlichen Prüfung: 13. März 1895.

Frankenthal.

Buchdruckerei Louis Göhring & Co.

1895.

Über die systematische Bedeutung der anatomischen Charaktere der Scrophulariaceen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt

von

Erwin Koch

aus Frankenthal,

Assistent am botanischen Institut der Universität Göttingen.

Tag der mündlichen Prüfung: 13. März 1895.

Frankenthal.

Buchdruckerei Louis Göhring & Co.

1895.

Seinen lieben Eltern

in kindlicher Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Einleitung.

Seit im Jahre 1875 von der Kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften in München die Monographie der Sapindaceen-Gattung Serjania veröffentlicht wurde und namentlich *Radlkofer* den hohen Wert der mikroskopisch-anatomischen und mikrochemischen Methode nachgewiesen hatte, welchen dieselbe für die Systematik und die Aufstellung eines wirklich natürlichen phylogenetischen Systems und zur Erkennung sterilen Pflanzenmaterials hat, sind eine Reihe von Pflanzenfamilien nach dieser Methode bearbeitet worden.

Die bis jetzt über die Scrophulariaceen erschienenen Arbeiten behandeln die Anatomie derselben in grossen Zügen ohne tiefer in sie einzudringen, nur um ihrer selbst willen; ganz allein die Arbeit *Born's*[1]) hat sich etwas eingehender mit der Anatomie, besonders ihrer Verwendbarkeit zur Unterscheidung der Scrophulariaceen von den Labiaten befasst. Aber bei dieser Arbeit sind die ersteren zu gunsten der letzteren etwas schlechter weggekommen. Es war daher wünschenswert, dass eine eingehendere Bearbeitung der Blatt- und Achsenverhältnisse der morphologisch so überaus verschiedenen Familie der Scrophulariaceen vorgenommen und dabei zugleich darauf geachtet würde, ob jede einzelne Gattung für sich Merkmale besitzt, wodurch sie sich auf anatomischem Wege von einer anderen unterscheidet und sich die Gesamtheit aller Gattungen, eben die Familie, anderen gegenüber

[1]) Born, Vergleichende Anatomie des Stengels der Scrophulariaceen und Labiaten, Inaugural-Dissertion, Berlin 1886.

genügend charakterisieren lässt und zugleich die Anatomie Anhaltspunkte zur Unterscheidung der Arten darbietet.

Mit Rücksicht darauf wurde mir von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. *M. Reess*, der ehrenvolle Auftrag zuteil, eine neue Bearbeitung der anatomischen Verhältnisse vorzunehmen und dabei besonders darauf zu achten, ob es möglich ist, mittelst der Anatomie die einzelnen Arten der verschiedenen Gattungen auseinander zu halten. Diesem Auftrag meines hochverehrten Lehrers unterzog ich mich um so bereitwilliger, als die Scrophulariaceen schon von früher her mein besonderes Interesse erregt hatten, und ich mir sehr viel davon versprach; denn es war doch anzunehmen, dass Pflanzen, die in ihrem äusseren Bau oft eine so kolossale Verschiedenheit zeigen — ich nenne hier nur den Baum Paulownia imperialis und das kleine, sich kaum von der Erde erhebende winzige Pflänzchen Limosella — auch anatomisch wesentlich verschieden sein müssten. Und ich hatte mich in meiner Hoffnung nicht getäuscht. Wohl klang es etwas entmutigend, wenn *v. Wettstein* in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ schreibt: „Die Scrophulariaceen zeigen, soweit die Kenntnisse bis hieher reichen, eine bedeutende Übereinstimmung im anatomischen Bau, die insbesondere in anbetracht der bedeutenden, morphologischen Verschiedenheit auffallen muss.“ Aber schon die ersten Versuche zeigten, dass dies wohl im allgemeinen innerhalb der grossen Familie zutrifft, es aber doch bei den einzelnen Arten recht gut gelingt, die Frage in bejahendem Sinne zu lösen, ob die Anatomie Anhaltspunkte zur Unterscheidung der Arten bietet.

Was die anatomische Charakteristik der ganzen Gruppe der Scrophulariaceen anlangt, von der ich zunächst als dem ersten Ziele dieser Arbeit sprechen will, so tritt kein durchgehender anatomischer Charakter auf, der es ermöglichte, die Scrophulariaceen anderen Pflanzenfamilien als solche gegenüberzustellen, was schon *Born*

hinsichtlich der anatomischen Achsenverhältnisse erwähnt und ich nun bestätigen und noch durch die Blattanatomie ergänzen kann.

Es möge mir gestattet sein, dem allgemeinen Teil vorausgreifend, einiges von der Blatt- und Achsenstruktur hier anzuführen.

Bei allen Scrophulariaceen fehlen den Spaltöffnungen Nebenzellen. Sie werden direkt von den verschieden geformten Oberhautzellen umgeben.

Der oxalsaure Kalk tritt nur im Gewebe des Mittelnerven von Paulownia imperialis in Drusen, sonst stets nur in Einzelkristallen auf.

Die Gefässbündel der Nerven werden meist von einem Beleg mechanischer Gewebeelemente umgeben, der sich dem Gefässbündel eng anlegt. Ich nenne solche Belege spezifisch machanischer Gewebeelemente kurzweg „Verstärkungsgewebe“. Die Gefässbündel sind alle collateral gebaut.

Haare treten bei fast allen Scrophulariaceen auf und gehören zu dem Typus der einfachen, verzweigten und Drüsenhaare. Zotten sind von mir nur in einem Falle beobachtet worden.

Verhältnismässig die besten und wichtigsten Beiträge liefert die Achsenstruktur. So verdient die Ausbildung des Rindenparenchyms, der Schutzscheide und Markstrahlen Beachtung; am dankbarsten sind die sclerenchymatischen Elemente der Achse für die Systematik. Hier treten alle nur möglichen Verhältnisse auf, die sich in sehr vorzüglicher Weise bei der Aufstellung sogenannter anatomischer Schlüssel verwenden lassen: entweder fehlen Sclerenchymelemente ganz oder sie treten vereinzelt, in Gruppen, Bändern oder in geschlossenen Ringen auf. Sie sind „einfach“ oder „gemischt“, d. h. bestehen entweder nur aus Sclerenchymfasern oder neben diesen noch aus Brachy- und Makrosclereiden, entweder nur einem der beiden oder beiden zusammen.

Im Mark findet sich vielfach Oxalat.

In seiner schon Seite 1 zitierten Arbeit schreibt

Born: „Auf grund der Anatomie des Stengels ist es nicht möglich, weder die Einteilung, wie sie *Bentham* und *Hooker* gegeben, zu bestätigen noch eine neue aufzustellen. Das Vorhandensein oder Fehlen von Markstrahlen würde als Einteilungsprinzip geltend gemacht werden können, wenn damit irgend welche andere Charaktere parallel gingen, das ist aber leider nicht der Fall.“

Diesen Ausspruch *Born's* muss ich in seinem ganzen Umfang bestätigen. Ich hoffte bei der Untersuchung der Blätter anatomische Verhältnisse zu finden, die in Combination mit denen der Achse es ermöglichten, Gattungscharaktere aufzustellen; das ist mir aber nur in sehr seltenen Fällen gut gelungen. Die Gattung Pentastemon ist, soweit meine Untersuchungen es anzunehmen gestatten, durch eine Haarform ausgezeichnet, die ich sonst bei keiner Gattung mehr traf; es sind dies kurze, meist spitze Borstenhaare mit oder ohne besonders abgegliedertem Fuss, starken Wandungen und höckeriger cuticula. Nicht zu vergessen ist natürlich die durch Sternhaare ausgezeichnete Gattung Verbascum.

Während es also nicht gelingt, für die einzelnen Gattungen durchgehende anatomische Merkmale aufzustellen, erreichen wir das andere Ziel, nämlich die Möglichkeit der Unterscheidung der einzelnen Arten auf grund der Anatomie des Blattes und der Achse. Dabei lässt sich die Anatomie in der Weise verwenden, dass wir als unterscheidende Merkmale ganzer Artengruppen bald die Verhältnisse des Blattes, bald der Achse, oder beider kombiniert nehmen. Wie dies für die verschiedenen Arten einer Gattung gelingt, das zeigen uns die von mir am Schluss der einzelnen Gattungen im speziellen Teil angereihten Tabellen. Ich mache hier besonders auf die Tabellen der Gattungen Linaria und Scrophularia aufmerksam, wo uns der anatomische Bau der einzelnen Arten nicht nur ermöglicht, sie unter dem Mikroskop von einander zu unterscheiden, sondern auch die Einteilung nach morphologischen Merkmalen, wie sie von *Bentham* in *De Candolle's* Prodromus Band X gegeben

wurde, entweder zu bestätigen oder doch, wo dies nicht anging, wenigstens eine neue aufzustellen. Dies und besonders das vielfache Gelingen eines anatomischen Schlüssels, der die morphologische Einteilung bestätigt, halte ich für das schätzenswerteste Ergebnis meiner Untersuchungen. Betrachten wir uns z. B. die Gattung Linaria, so sehen wir, dass die beiden ersten Sektionen *Bentham*'schen Systems sich genau mit den beiden grossen Unterabteilungen meiner Gruppe A decken und dass diese beiden Gruppen, denen „durchgehende" Nerven charakteristisch sind, im Gegensatz zu den anderen Linaria-Arten, sich durch die äussersten Extreme in Bildung von sclerenchymatischen Elementen vorteilhaft von einander unterscheiden, und zwar ist die eine Gruppe durch vollständigen Mangel an Bastzellen, die andere durch einen continuierlichen Ring ausgezeichnet. Bei der Gattung Scrophularia allerdings sind so scharf ausgeprägte Verhältnisse innerhalb grösserer Gruppen nicht beobachtet worden.

Gelingt es uns also in vielen Fällen auch nicht, die Einteilung einer Gattung, wie sie von *Bentham* auf grund der verschiedenen morphologischen Charaktere ihrer Arten gegeben ist, beizubehalten, ohne gezwungen zu werden, so haben wir andererseits doch wieder die Befriedigung, dass die einzelnen Arten der verschiedenen Gattungen so verschiedene, anatomische Merkmale besitzen und wir dadurch eine Einteilung auf grund des anatomischen Baues von Stengel und Blatt gewinnen, die wir derjenigen gegenüber stellen können, welche sich aus Äusserlichkeiten, wie *Hartig* sagt, herleiten.

In seinen vergleichenden Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers[1]) sagt *Sanio:* „Dass die von der Holzanatomie herzunehmenden Merkmale keinen absoluten, sondern einen relativen Wert haben, eine Erscheinung, die uns nicht befremden kann, da wir dasselbe bei sämtlichen morphologischen Merkmalen

[1]) Botanische Zeitung 1863, pag. 408.

wiederfinden. So wird wohl die Holzanatomie wie die vergleichende Anatomie überhaupt zur Stütze der Systematik gleichfalls benützt werden können, keineswegs wird sie aber, wie dies *Hartig* zu hoffen scheint, im stande sein, die aus Äusserlichkeiten hergeleiteten Systeme zu stürzen."

Dieser Ansicht *Sanio's* pflichte ich für die Scrophulariaceen vollkommen bei. Da es, wie ich schon hervorgehoben, mit wenigen Ausnahmen nicht möglich ist innerhalb der grossen Familie der Scrophulariaceen Gattungen nach anatomischen Charakteren zu gruppieren, wie sollten wir eine Pflanze einer bestimmten Gattung zuweisen können, wenn wir der aus „Äusserlichkeiten" hergeleiteten Systeme entbehren wollten? Ist aber einmal die Gattung auf morphologischem Wege eruiert worden, dann kann die Anatomie bei der Bestimmung der Art fördernd wirken.

Dass auch Standortsverhältnisse innerhalb einer Gattung grosse Veränderungen hervorrufen können, zeigt uns die Gattung Euphrasia. Während die Euphrasia-Arten des europäischen Kontinents aller Sclerenchymelemente durchweg zu entbehren scheinen, finden wir bei der australischen Art Euphrasia alpina, einen geschlossenen Sclerenchymring. Auch bei dieser Gattung wird durch den anatomischen Bau der Achse und des Blattes zugleich die im Prodromus gegebene Einteilung bestätigt.

Ich glaube mit meiner vorliegenden Arbeit zur Lösung der von *Hartig* angeregten Frage über Zusammenhang der Systematik und Histologie einen Beitrag geliefert zu haben und zwar zu gunsten derselben.

Nach jeder Gattungscharakteristik habe ich da, wo es anging, anatomische Tabellen angefügt, in denen ich die einzelnen Arten nach ihren hervorragendsten anatomischen, gemeinschaftlichen Merkmalen in zwei oder mehrere grosse Gruppen zusammenstellte, innerhalb deren sich die verschiedenen Arten nach mehr oder weniger untergeordneteren Verhältnissen weiter gruppieren. Ich habe als Charakteristika für die grösseren Gruppen vor-

zugsweise die anatomischen Verhältnisse der Mittelnerven oder die Ausbildung von Sclerenchymelementen bei der Achse gewählt, bei kleineren Gruppen ev. auch den Blattbau, ob bifacial oder centrisch, da mir diese Verhältnisse die wichtigsten erscheinen. Als Beispiel für die erste Art dieses Einteilungsprinzips nenne ich die Gattungen Scrophularia und Linaria, für die zweite die Gattung Veronica und endlich für die dritte die Gattung Digitalis. Ebenso gut wäre es ja bei den einzelnen Gattungen gelungen, anatomische Tabellen aufzustellen, wenn wir bei allen diesen nur den Stengel oder das Blatt genommen hätten; ich wollte damit, dass ich bei der einen Gattung zum obersten Prinzip für die Einteilung die anatomischen Verhältnisse der Mittelnerven, bei der anderen die Achsenstruktur erhob, nur zeigen, in welcher Weise es immer möglich ist, zu solchen Tabellen zu gelangen. Ich bezeichne diese anatomischen Tabellen mit dem Namen „anatomische Schlüssel". Wo es von Interesse war, wo der anatomische Schlüssel sich mit dem auf morphologischen Verhältnissen aufgebauten teilweise oder vollständig deckt, da wurde auch der im Prodromus X von *Bentham* aufgestellte zur besseren Vergleichung und Übersicht mit aufgeführt.

Meine hier vorliegende Schrift habe ich in zwei Teile zerlegt, einen allgemeinen und einen speziellen.

Der allgemeine Teil umfasst, wie schon aus dem Namen hervorgeht, die allgemeinen Strukturverhältnisse des Blattes und der Achse in kurzer, gedrängter Übersicht.

Der spezielle Teil dagegen liefert das Belegmaterial für den vorhergehenden allgemeinen, indem hier die untersuchten Arten und Gattungen aufgezählt und rücksichtlich der Struktur der Einzelbetrachtung unterstellt werden; ausserdem folgt im speziellen Teil hinter jeder Gattungsbeschreibung der „anatomische Schlüssel" für die betreffende Gattung.

Am Schlusse des speziellen Teiles habe ich eine Übersicht über die wichtigste Litteratur gegeben.

Das zu dieser Arbeit notwendige Material stammt zum Teil aus dem hiesigen botanischen Garten und dem Herbarium der Universität Erlangen, das mir durch die Güte des Herrn Professor *Reess* zugänglich war, zum Teil aus den botanischen Gärten zu Duisburg, Heidelberg, Greifswald, Madrid, Valencia, Paris, Montpellier, Lyon und Petersburg. Herr Professor *Sickenberger* in Cairo hatte mir ausserdem in bekannter Liebenswürdigkeit aus dem „Herb. *Ernest Sickenberger*" einige selbstgesammelte Afrika-Vertreter der Scrophulariaceen gesandt, für die ihm auch an dieser Stelle der herzlichste Dank ausgesprochen sei.

Ich hätte hier noch beizufügen, dass die Bezeichnung der Pflanzen die im Prodromus angenommene, die Aneinanderreihung und Abgrenzung der Gattungen, die von *Bentham* und *Hooker* Genera plantarum Vol. III. pars II pag. 915—925 aufgestellte ist.

Zellenmessungen wurden von mir in keinem Falle angeführt, da ich mir nach verschiedenen Versuchen mit solchen dieselbe Ansicht herausgebildet habe, die *Kuppfender* in seiner Abhandlung[1]) niedergelegt hat, „dass man auf die Grösse des Lumens keinen grossen systematischen Wert zu legen braucht, da der Durchmesser nicht nur in den einzelnen Jahresringen verschieden gross ist, sondern in ein und demselben grossen Schwankungen unterworfen ist." Dasselbe gilt nicht nur für die Jahresringe, sondern auch für die Zellen jeden Gewebes überhaupt.

Vorliegende Arbeit wurde ausgeführt im botanischen Institut der Universität Erlangen unter Leitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. *M. Reess*, dem ich hiermit auch an dieser Stelle den geziemendsten Dank ausspreche für die liebenswürdige Überlassung dieser Arbeit und die jederzeit gewährte, gütige Belehrung und Unterstützung.

[1]) Kuppfender, Beiträge zur Anatomie der Globulariaceen und Selaginaceen, Kiel 1891.

Allgemeiner Teil.

Über den Blattbau der Scrophulariaceen.

Epidermis.

Die Epidermis ist natürlich bei den verschiedenen Arten in mannigfacher Weise ausgebildet. Um von den allgemeinen Strukturverhältnissen ein anschauliches Bild zu gewinnen, werde ich zuerst die Formen, die wir bei der Flächenansicht beobachten, besprechen und dann zu denen übergehen, die uns ein Querschnitt durch das Blatt zeigt, also ein Schnitt, der senkrecht zur Oberfläche des Blattes und in meinen speziellen Fällen auch senkrecht zu dem Mittelnerven geführt ist.

Was in erster Linie die Gestaltung der Epidermiszellen in der Flächenansicht anlangt, so ist sie wohl nur für die Artcharakteristik von Belang. Entweder ist sie auf beiden Seiten gleich oder verschieden: diese beiden Fälle dürften sich so ziemlich die Wage halten. Wir können hier zwei Typen unterscheiden: 1. solche Epidermiszellen, die von geraden Seitenrändern begrenzt und von mir im speziellen Teile als polygonale Epidermiszellen bezeichnet werden; 2. solche, die von mehr oder weniger gebuchteten Seitenrändern umgeben werden: ich nenne sie buchtig-wellig, wenn die Wellenlinie flachere Bogen beschreibt, faltig-wellig, wenn die Wellenlinie stark hervorspringende Buchten bildet. Doch fehlen auch Übergänge zwischen diesen zwei Haupttypen nicht.

Sehr häufig treten bei den Seitenrändern der Epidermiszellen knotige Verdickungen auf, die oft zu mächtigen Höckern anwachsen und förmliche Kanäle bilden; bei „buchtig-welligen“ oder „faltig-welligen“ Seitenrändern treten sie mit Vorliebe an den konvexen Seiten der Windungen auf. Diese Verdickungen quellen nicht in Wasser, färben sich nicht blau mit Jod oder Schwefelsäure, auch nicht mit Chlorzinkjod, zeigen überhaupt kein von der übrigen Membran abweichendes Verhalten.

Die Zellen der Blattoberseite sind in der Regel in der Gestalt den Zellen der Unterseite gleich; dagegen variiert die Grösse sehr. In den meisten Fällen sind die Zellen der Oberseite grösser, meist um ein vielfaches, als die der Unterseite. Sie erfahren durch senkrecht zur Blattfläche auftretende Zwischenwände oft nochmalige Teilungen, sind entweder in der Richtung der Blattfläche gestreckt und dann nieder, oder sie sind quadratisch, selten etwas höher wie breit, nur bei Zaluzianskia Ivelmidea schwach papillenartig. Ihre Aussenwand ist, wie dies ja gewöhnlich der Fall zu sein pflegt, stärker als die übrigen. Cuticularschichten habe ich am Blatte nicht beobachtet; die Cuticula bildet hier meist ein glattes, zartes Häutchen, dagegen sind mir an den Mittelnerven und kräftigen primären Seitennerven von Verbascum-, Pentastemon- und anderen Arten Fälle von stärkerer Entwicklung der cuticula vorgekommen. Sie springt hier vielfach, besonders gerne in Form von Zapfen, in die Epidermiswand ein oder ist nur etwas gebuckelt oder gestreift, vielfach auch mit Höckern versehen.

Hie und da sind die Aussenwände der Epidermiszellen schwach convex vorgewölbt, doch können diese Verhältnisse keine Bedeutung für die Systematik gewinnen.

Die Epidermis ist stets einschichtig. Ein Hypoderm ist bei den Mittelnerven häufig, selten bei den Seitennerven, auf Ober- und Unterseite — oder nur auf einer Seite entwickelt. Dasselbe ist ein- oder mehrschichtig, bei Paulowina imperialis Sieb. u. Zucc. sogar bis fünfschichtig und besteht entweder nur aus einer oder

mehreren Zellreihen stark verdickten Zellen oder aus Collenchym. Dasselbe besitzt Artwert; wie es sich für die Unterscheidung der Arten verwenden lässt, zeigt mein anatomischer Schlüssel der Gattung Veronica.

Kristalleinlagerungen in den Epidermiszellen, aus oxalsaurem Kalk, sind mir bei meinen Untersuchungen nur bei Antirrhinum nanum und Calceoloria lignosa begegnet, dagegen vielfach solche aus „sphärokristallinischen Massen", über die ich mich unter „Kristalle" des Näheren verbreiten werde. Proteïnkristalloide führen reichlich die Epidermiszellen von Lophospermum scandens.

Spaltöffnungen.

Die Spaltöffnungen treten fast durchweg beiderseits auf, wenn es auch nicht selten ist, dass sie auf der Oberseite fast vollständig zurücktreten; überhaupt ganz fehlen sie nur einigen Arten und dieses Fehlen hat dann erfahrungsgemäss Artwert; dagegen sind sie stets sehr zahlreich auf der Unterseite. Die Schliesszellen liegen in der Regel im Niveau der Epidermis. Eine starke Einsenkung derselben habe ich in keinem Falle beobachtet, dagegen sind sie öfters aus dem Niveau der Epidermis verschoben. Spaltöffnungen, deren Schliesszellen im Niveau der Epidermis liegen, sind „ebenständig", solche, deren Schliesszellen sich hoch über das Niveau der Epidermis erheben, „oberständig". Letztere traten bei den Pflanzen, an denen ich sie beobachtete, mit besonderer Vorliebe an den Nerven oder in der Nähe derselben auf.

Der Umriss der Spaltöffnungen ist kreisrund oder elliptisch. Die Schliesszellen sind stets von einer grösseren Anzahl von Epidermiszellen umstellt. Letztere treten ganz vereinzelt durch ihre Gestaltung oder Wandbeschaffenheit von den übrigen Epidermiszellen nebenzellartig hervor. Eine besondere Beschaffenheit der Nachbarzellen der Schliesszellen aber, wie sie bei so vielen Familien, den Caesalpinieen, Rubiaceen, Sapotaceen und

anderen vorkommen und denselben charakteristisch sind, habe ich nicht in einem einzigen Falle beobachtet.

Haargebilde.

Zu dem von *Vesque*[1]) über die Haargebilde gesagten habe ich nur wenig beizufügen. Als Anhangsorgane der Epidermis finden wir sie beiderseits oder nur auf der Ober- oder der Unterseite, vielfach mit Bevorzugung gewisser Partieen des Blattes, z. B. der Blattränder oder der Umgebung der Nerven oder dieser selbst. Entweder tritt nur eine Haarform auf oder es finden sich verschiedene neben einander. Ich unterscheide bei den Scrophulariaceen folgende fünf Typen von Haargebilden:

1) Einfache Haare,
2) Complicitere Haarformen,
3) Drüsenhaare,
4) Zotten,
5) Drüsen.

1) Einfache Haare. Diese zerfallen in einzellige Haare mit oder ohne besonders abgegliederten Fuss und vielzellige Haare mit besonders abgegliedertem, oft mehrzelligem grossem Fuss. Zu den ersten gehören z. B. die den Pentastemons charakteristischen Haare und die Borstenhaare anderer Gattungen und Arten. Der Fuss ist bei diesen meist kleiner als die umgebenden Epidermiszellen. Die mehrzelligen Haare bezeichne ich im speziellen Teile kurzweg „Gliederhaare". Die Zahl der Zellen sah ich hier bis zehn steigen. Ihre Aussenwände sind meistens stärker als die Querwände, doch kommt in einzelnen Fällen auch das umgekehrte Verhältnis vor. Der Fuss der Gliederhaare ist meist grösser als die umgebenden Epidermiszellen, blasig aufgetrieben und sich über das Niveau der Epidermis erhebend. Er ist gewöhnlich

[1]) Vesque, Charactères des principales familles gamopetales, tirés de l'anatomie de la feuille. Annal. d. scien. natur. Serie VIII. Tom. I.

zwei-, auch dreizellig. Zu erwähnen sind hier noch die krausen Filzhaare von Veronica incana; die Fusszelle dieser Haare ist hoch und schmal und erhebt sich weit über das Niveau der Epidermis; auf ihr sitzt, deutlich abgesetzt, die sehr lange, krause eigentliche Haarzelle mit sehr starker Wandung.

2) Zu den komplicierteren Haargebilden rechne ich die vielfach verzweigten Sternhaare von den Verbascum-Arten. Dieselben besitzen starke Wände, auf den Querwänden oft wulstartige Verdickungen. Sie sitzen der Epidermis direkt ohne Emergenzenbildung auf.

3) Drüsenhaare sind allgemein verbreitet und zwar in verschiedenster Ausbildung. Betrachten wir zunächst die kleinen, so finden wir hier kurzgestielte, einzellige Drüsenhaare mit ovalem oder schildförmigem zweizelligem oder kugeligem vierzelligem Köpfchen. Die grösseren Drüsenhaare sind dünnwandig, ein- oder mehrzellig mit ein- bis zweizelligem Köpfchen. Kopfhaare, welche eine lange und weite Fusszelle, eine sehr kurze und enge Halszelle und einen zweizelligen Kopf besitzen, finden sich besonders auch bei Scrophularia-Arten.

4) Zotten und zwar Drüsenzotten habe ich nur bei der in Peru heimischen Capraria peruviana gefunden. Sie führen mehrere Zellreihen neben einander und besitzen ein kugeliges, vielzelliges Köpfchen. Bildung von Emergenzen tritt bei diesen Drüsenzotten nicht ein.

5) Ebenfalls nur bei Capraria peruviana habe ich der Epidermis eingesenkte Drüsenbecher gefunden. Ihre Aussenwand ist etwas vorgewölbt, das Lumen durch zwei senkrecht zu einander stehende Wände geteilt. Sie führen gelblich-braunen körnigen Inhalt.

Blattbau.

Der Blattbau ist, wie nicht anders zu erwarten stand, bei den einzelnen Arten oft sehr verschieden. In den allermeisten Fällen ist er rein bifacial, besteht also aus typischen Palissaden- und Schwammgewebezellen;

doch macht sich vielfach eine Neigung zur centrischen Ausbildung bemerkbar und zwar zur „homogen centrischen“, indem die Zellen des Palissadengewebes kurz und breit werden und kaum noch an die Palissadenform erinnern, oder zur isolateralen, indem die Zellen des Schwammgewebes entweder alle oder doch zum grössten Teile sich mehr oder weniger palissadenartig entwickeln. Einen rein homogen centrischen Bau des Blattes, also nur Schwammgewebezellen traf ich bei einer Reihe von Arten, rein isolateralen nur bei Capraria peruviana.

Bei einigen Arten z. B. Euphrasia alpina, Pentastemon Jeffreyanum und anderen kommt es vor, dass das Palissadengewebe zwischen dem Mittel- und den primären Seitennerven vollständig zurücktritt und erst jenseits der Seitennerven sich in typischer Ausbildung entfaltet. Das Blatt ist also in diesen Fällen centrisch sowohl wie bifacial gebaut.

Das Palissadengewebe ist meist sehr deutlich entwickelt und mehrschichtig — ich habe bis fünf Schichten beobachtet. Die Zellen desselben sind mehr oder weniger lang, schlauchförmig, in der ersten Reihe durchschnittlich länger als in den übrigen. In der Masse kommt es dem Schwammgewebe mehr oder minder gleich, übertrifft es wohl auch; bei einzelnen, besonders Digitalis-Arten tritt es wieder gegen dieses fast vollständig zurück. Die Reihenzahl der Zellelemente verhielt sich bei Digitalis argyrostigma z. B. wie 1 : 8. In den meisten Fällen ist das Palissadengewebe gegen das Schwammgewebe scharf abgegrenzt.

Das Schwammgewebe ist bei vielen Arten dicht, fest, bei anderen locker mit grossen Intercellularräumen oder wie bei Gratiola officinalis, Lindernia pyxidaria und anderen Vertretern der Scrophulariaceen mit grossen Luftkanälen. Die Zellen sind dünnwandig, rund oder wie es noch mehr der Fall ist, in der Richtung der Blattfläche oder wie ich mich im speziellen Teile ausdrücken werde, „tangential“ gestreckt; daher kommt es auch, dass in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle das

Palissadengewebe so überaus deutlich vom Schwammgewebe sich abhebt, da eben die aneinander grenzenden Elemente in entgegengesetzter Richtung gestreckt sind. Sind die Schwammgewebezellen ebenfalls in der Richtung der Palissadenzellen gestreckt, so gewinnt der Blattbau sehr häufig ein isolaterales Gepräge. Dies findet sich besonders an den nervalen Partieen des Blattes; sind die Palissadenzellen kürzer und die Schwammgewebezellen dabei zugleich etwas eckig, wie dies gar nicht selten auftritt, so täuscht man sich leicht und ist gerne geneigt, die Zellreihe unter dem Palissadengewebe als zu diesem gehörig zu betrachten.

Vielfach zeigen die Zellen des Schwammgewebes eine sehr deutliche Anordnung in „Schichten". Hie und da sind typische Sammelzellen entwickelt.

Bei homogen centrischem Bau fehlt entweder jegliches Palissadenparenchym oder dasselbe ist doch nur an den Blatträndern in Gestalt sehr kurzer, eckiger Zellen etwas angedeutet, natürlich ohne die typische Palissadenform auch nur einigermassen vollkommen zu erreichen. Die Zellen des Mesophylls sind auch hier, wie beim Schwammgewebe, meist rundlich oder tangential gestreckt. Unter der oberen Epidermis ist dasselbe in einigen Zelllagen viel dichter und fester, so dass es in diesen wenigen Zellreihen gewissermassen die Stelle des Palissadengewebes vertritt.

Im Blattbau von Capraria peruviana macht sich durchweg der isolaterale oder concentrische Charakter geltend, da sich an das Palissadengewebe eine in der Hauptsache den Typus des Schwammgewebes wahrende, sog. Mittelschicht anschliesst, während die auf diese bis an die untere Epidermis folgenden Schwammgewebeelemente wieder Palissadenform zeigen. Die Mittelschicht ist merenchymatisch.

Über das Vorkommen von Kristallen im Mesophyll verweise ich auf das Kapitel „Kristalle" und möchte vorgreifend nur das interessante Auftreten von Proteïnkri-

stalloiden im Schwammgewebe von Melampyrum arvense erwähnen.

Das „Durchgangsgewebe“ der Nerven gedenke ich im nächsten Kapitel näher zu besprechen, da ich es nicht für den geeigneten Platz halte, dasselbe hier beim Palissaden- und Schwammgewebe abzuhandeln.

Nerven.

Ehe ich hiebei auf die näheren Details eingehe, sei es mir gestattet, einige allgemeine Bemerkungen vorauszuschicken. Ich erwähne zunächst betreffs der Nerven, dass stets die Struktur der Mittel- und primären Seitennerven, auch der sekundären, Gegenstand meiner Untersuchungen waren. Von der Struktur der sekundären Seitennerven spreche ich jedoch nur dann, wenn sie auffallende Abweichungen von folgendem allgemeinen Bau zeigen: Die Seitennerven zweiter und höherer Ordnung ermangeln in der Regel jedes mechanischen Gewebebelags um die Gefässbündel, sind im Mesophyll „eingebettet“ und seltener von einer Schutzscheide umgeben. Als Ausnahme für den ersten dieser drei Punkte führe ich unter anderen Paederota Ageria an, deren sekundäre Seitennerven auf der Unterseite der Gefässbündel Collenchym führen und Pentastemon confertus, bei der hier sogar Sclerenchymfasern vorkommen.

Zum allgemeinen Verständnis erwähne ich noch, dass ich unter „eingebetteten Nerven“ solche Nerven verstehe, deren Gefässbündel im Mesophyll eingebettet sind, ohne Rücksicht darauf, ob dasselbe in seiner inneren Begrenzung direkt die Gefässbündel berührt oder nicht. Es kommt nämlich häufig vor, dass die Gefässbündel, besonders der Mittelnerven bei den Linaria-Arten von einer, zwei oder drei Zellschichten gewöhnlichen, dünnwandigen Parenchyms umgeben sind und dieses in seinem äusseren Umfang an Mesophyllgewebe grenzt. „Durchgehende Nerven“ nenne ich solche, deren Gefässbündel infolge Anschlusses von Collenchym oder

dünnwandigem, aber von dem übrigen Mesophyllgewebe verschiedenem Parenchym bis an die beiderseitigen Epidermisplatten „durchgehen“. Die Gefässbündel der Mittelnerven sind in den weitaus meisten Fällen durchgehend mit mehr oder minder dickwandigem Gewebe oder auch mit Collenchym. Grössere Abweichungen zeigen die primären Seitennerven; ihre Gefässbündel sind bald durchgehend, bald eingebettet. Die Art der Ausbildung der Gefässbündel bot oft gute Anhaltspunkte für die Zwecke der Systematik.

Zur besseren Übersicht über die ziemlich mannigfaltigen Verhältnisse bei den Nerven werde ich dieses Kapitel in fünf Abschnitte teilen und in jedem dieser Abschnitte zuerst die Mittel- und dann die primären, ev. auch die sekundären Seitennerven besprechen. Der erste Abschnitt umfasst die Ausbildung der Gefässbündel selbst, der zweite die Belege verstärkenden Gewebes um dieselben, der dritte das Auftreten der Schutzscheide, der vierte das Durchgangsgewebe und der letzte endlich das Vorkommen von hypodermoidalen Bildungen bei den Mittelnerven.

1) Über den ersten dieser fünf Punkte habe ich nicht viel zu berichten. Die Gefässe sind in den bei weitem meisten Fällen in Radialreihen angeordnet, die entweder ohne Verbindungsgewebe einander seitlich berühren oder durch parenchymatisches Gewebe von einander getrennt sind. Eine Konstanz der Anzahl der Gefässe in einer Reihe habe ich nicht beobachtet. Die Form des aus solchen Radialreihen zusammengesetzten Gefässbündelsystems ist fast durchgehends sichelförmig. Bei den Seitennerven ist die Anzahl der Reihen und einzelnen Gefässe natürlich eine geringere und das Gefässbündel verliert meist die sichelförmige Gestalt. Während wir aber hier noch die radiale Anordnung oft sehr schön und deutlich ausgeprägt sehen, tritt dieselbe bei den secundären Seitennerven meist schon fast ganz zurück. Das Phloem befindet sich bei den Scrophulariaceen stets auf der morphologischen Unterseite.

Bei den sehr starken Mittelnerven kräftiger Blätter von Wulfenia carinthiaca kommt es vor, dass das Gefässbündelsystem die Form eines fast vollständig geschlossenen Kreises annimmt, indem es sich mit seinen Flügeln nach oben herumbiegt und nur noch eine kleine Zone freien Raumes übrig lässt. In diesem dadurch entstandenen Hohlcylinder ist ein mächtiges Collenchym entwickelt, das viel stärker ist, als der Collenchymmantel der Unterseite.

2) Das Verstärkungsgewebe im Umkreis der Gefässbündel fehlt entweder in typischer Ausbildung vollständig oder es ist typisch ausgebildet und erleidet dann mannigfache Differenzierungen. Typisch nenne ich es, wenn es aus Geweben besteht, denen spezifisch mechanische Funktionen zukommen wie Collenchym und Sclerenchymelemente. Nicht typisch ist zum Beispiel das Verstärkungsgewebe von Paulownia imperialis Sieb. und Zucc., Linaria vulgaris Mill. und anderen: hier sind die Zellen des Durchgangsgewebes um das Phloem wohl etwas englumiger und eine Spur dickwandiger, aber das kann man kein Verstärkungsgewebe nennen. Bei den Seitennerven ist in diesem Falle auch die letzte Andeutung eines Verstärkungsgewebes verschwunden.

Das Collenchym ist mehr oder weniger stark, vielfach sogar mächtig. Es liegt dem Phloem von aussen fest an und greift nach oben etwas um dasselbe herum, ohne jedoch mit dem Beleg der Oberseite in Verbindung zu treten; Ausnahmen siehe im nächsten Absatz. Das Collenchym der Oberseite besitzt meist die Form einer planconvexen Linse, indem es in seiner äusseren Begrenzung eine gerade Linie zwischen den beiden äussersten Enden der Gefässbündelsichel bildet und mit seiner convexen Seite der concaven Seite des Xylems eng anliegt; daher kommt es auch, dass bei stark gebogenen Gefässbündeln das Collenchym der Oberseite in Bezug auf seine Breite stärker wird als das der Unterseite. Bei Pflanzen, deren Mittelnerven oberseits Hypoderm führen, tritt nicht selten der Fall ein, dass der Collenchymbelag der Ge-

fässbündeloberseite mit diesem Hypoderm in Verbindung tritt. Die gleichen Verhältnisse zeigen die primären Seitennerven, doch fehlt ihnen häufig auf der Oberseite das Verstärkungsgewebe.

In sehr zahlreichen Fällen wird der Wert des Collenchyms als mechanischen Gewebes durch einzelne oder zahlreiche eingestreute Sclerenchymfasern erhöht. Dieselben finden sich jedoch nur im Collenchymbelag der Unterseite und treten blos bei Digitalis ochroleuca und Scrophularia sambucifolia auch auf der Oberseite auf. Während gewöhnlich diese Sclerenchymfasern ohne bestimmte Anordnung in dem Collenchym verteilt sind, beobachtete ich bei Pentastemon confertus eine charakteristische Anordnung derselben. Hier wird nämlich das Gefässbündel auf der Unterseite zu $^3/_5$ von Collenchym, zu $^2/_5$ von Bastzellbändern umgeben, und zwar so, dass die $^2/_5$ Bast sich zu je $^1/_5$ auf die Flügel der Gefässbündelsichel verteilen und zwischen sich das Collenchym lassen, das übrigens auch von einzelnen Sclerenchymfasern durchsetzt wird. In einem Falle, bei Veronica spicata beobachtete ich, dass das Verstärkungsgewebe der Unterseite mit dem der Oberseite auf einer Seite in Verbindung tritt, und einen beiderseitigen Anschluss der beiden Belage zu einem geschlossenen Ring bei Veronica incana.

Bei den Seitennerven treten entweder gar keine Sclerenchymelemente auf oder doch nur auf der Unterseite; auch sie sind in Collenchym eingebettet. Bei zwei Arten waren die Bastzellen bei den Seitennerven erster Ordnung reichlicher als bei den Mittelnerven entwickelt und bildeten bei Pentastemon confertus sogar geschlossene Bastzellbänder.

Häufig fehlt Collenchym überhaupt und die Aufgaben mechanischen Schutzes werden von Sclerenchymelementen allein übernommen. So sehen wir einmal grössere Gruppen oder Bänder von Sclerenchymfasern im Umkreis des Phloems liegen. Das Vorkommen von solchen Bändern bei den Seitennerven habe ich schon im vorhergehenden Absatz vorausgreifend erwähnt. Bei Scrophularia

nodosa sind diese Gruppen sogar „gemischt“, d. h. sie enthalten neben den Sclerenchymfasern noch Makrosclereïden.

3) Das Vorkommen der Schutzscheide ist allgemein verbreitet. Entweder fallen die Zellen um die Gefässbündel schon durch ihre eckige Form dem Beobachter auf, was besonders bei den eingebetteten Nerven der Fall ist, wo nur eine Zone grosser Zellen das Gefässbündel umgibt und in seinem äusseren Verlauf an das Mesophyll des Blattes grenzt. Oder die Zellen führen Stärke im Gegensatz zum Durchgangsgewebe oder umgekehrt, sodass man beim Färben mit Chlorzinkjod entsprechende Farbenabtönungen erhält, durch die die Schutzscheide auffallen muss, wenn wir sie auch an der Gestalt sonst nicht sicher zu erkennen vermögen. Im ersten Falle färbt sich der Inhalt der Zellen der Schutzscheide blau, der des Durchgangsparenchyms bleibt farblos, oder es treten im zweiten Falle die umgekehrten Verhältnisse ein. Im allgemeinen habe ich gefunden, dass bei den Seitennerven die Schutzscheide in ihrer typischen Form häufiger auftritt als bei den Mittelnerven.

4) Was das Durchgangsgewebe anbelangt, so ist dasselbe in der Regel gewöhnliches, mehr oder weniger dickwandiges Parenchym, selten Collenchym. Dagegen findet sich häufiger der Fall, dass die Gefässbündel nach der Unterseite mit Parenchym, nach der Oberseite mit Collenchym durchgehen.

Nicht selten ist das Vorkommen von Oxalatkristallen; besonders erwähnenswert ist hier Paulownia imperialis Sieb. und Zucc., weil es die einzige Scrophulariacee ist, natürlich soweit meine Untersuchungen reichen, welche neben zahlreichen Einzelkristallen von oxalsaurem Kalk Kristalldrusen in Begleitung der Gefässbündel führt. Näheres darüber findet sich in dem Kapitel „Kristalle“.

Einzig stand von allen untersuchten Arten Scrophularia nodosa da mit der Ausbildung von Brachy- und Makrosclereïden im Durchgangsgewebe der Gefässbündel.

5) Über Hypodermbildung habe ich schon bei der Besprechung der Epidermis das nötige gesagt und habe hier nur noch beizufügen, dass diese hypodermoidalen Bildungen vielfach mit dem Collenchymbeleg der Gefässbündeloberseite in Verbindung treten und diese dadurch mit dem „Collenchymbeleg der Blattoberseite" oder dem „Hypoderm" nach der Oberseite durchgehend werden.

Kristalle.

Kristalle treffen wir eigentlich verhältnismässig häufig. Schon bei Besprechung der Epidermis habe ich auf das wenn auch seltene Vorkommen von Kristallen in den Zellen derselben aufmerksam gemacht.

Bei einigen Gattungen, besonders der Gattung Scrophularia und Linaria, fand ich vielfach im ganzen Blattgewebe, sowohl im Mesophyll, wie auch besonders in dem die Gefässbündel begleitenden Gewebe zahlreiche Kristallnadelcomplexe, die Zellen fast vollständig erfüllend. Es sind schmutzig-gelbe, das Licht doppelt brechende Massen, die aus lauter feinen Kristallnadeln bestehen. Sie lösen sich weder in kaltem noch in heissem Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform, erleiden weder durch Essigsäure, Salzsäure oder verdünnte Schwefelsäure irgend eine Veränderung. Dagegen werden sie von Kalilauge sofort zerstört, indem sich die einzelnen Nadeln zunächst einmal aus dem Kristallverbande lösen und unter Hinterlassung einer gelblichen Lösung verschwinden. Ähnlich wirkt Eau de Javelle; doch beobachtete ich dabei nicht die auffallende Erscheinung der vorherigen Lösung aus dem Kristallverbande, sondern die Massen verschwanden nur sehr langsam. Unter dem Mikroskope erscheint dieses Loslösen aus dem Kristallverbande gerade so, als ob die Nadeln plötzlich von einem Windstoss erfasst und auseinander geblasen würden. Concentrierte Schwefelsäure löst sie unter Schwärzung, weshalb sie jedenfalls organische Körper, und den Reaktionen nach zu schliessen, vielleicht den Glycosiden zuzurechnen sind.

Proteïnkristalloide traf ich in den Epidermiszellen von Lophospermum scandens Gray und im Schwammparenchym von Melampyrum arvense an.

Gelbe Kristalle im Mesophyll und in Begleitung der Gefässbündel sind mir häufig aufgestossen und zwar in den verschiedensten Formen, als Säulen, Platten, Tafeln, spitzen Nadeln etc. Sie lösten sich in Alkohol, gaben mit concentrierter Schwefelsäure sehr deutliche, indigoblaue Färbung, die bei nachherigem Zusatz von Wasser in grün überging. Sie sind auf grund dieser Reaktion wie ihrer Form als Carotin anzusprechen. Ich erwähne dabei, dass ich Kontrollversuche mit den Kristallen der Wurzel von Daucus Carota gemacht habe und zu denselben Resultaten gelangt bin.

Der oxalsaure Kalk, den ich in sieben Fällen im Mesophyll gefunden, tritt im Blatt der Scrophulariaceen, wie auch im Mark, fast ausschliesslich in Gestalt von Einzelkristallen auf. Nur in einem einzigen Falle, bei Paulownia imperialis Sieb. und Zucc. habe ich das Vorkommen von Kristalldrusen im Durchgangsgewebe der Nerven, aber auch hier in keinem Falle im Mesophyll selbst beobachtet. Auch das die Gefässbündel begleitende Gewebe führt des öfteren Kristalle. Sie besitzen die Form von Säulen, Würfeln oder Briefcouverts. Wie die Erfahrung gelehrt hat, besitzt dieses Auftreten von Oxalatkristallen bei den Scrophulariaceen nur Artwert.

In welcher Weise das Vorkommen von Oxalatkristallen für die Zwecke der Systematik, speziell für die Unterscheidung der Arten, sich verwenden lässt, zeigen uns in eklatanter Weise meine „anatomischen Schlüssel" zu den Gattungen No. 18 Linaria, No. 39 Pentastemon und No. 114 Veronica.

Raphiden und Kristallsand fehlen.

Über die Achsenstruktur der Scrophulariaceen.

Über die Achse der Scrophulariaceen sind verschiedene Untersuchungen veröffentlicht worden, von denen die *Born's*[1]) noch am meisten Anspruch auf Vollständigkeit machen können. Die Untersuchungen *Möller's*[2]) beschränken sich bezüglich der Rinde auf Paulownia imperialis Sieb. und Zucc. und Buddleia spec., bezüglich des Holzes[3]) der Scrophulariaceen auf Isoplexis Sceptrum Lindl. Aus den Arbeiten *Born's* und *Solereder's*[4]) hebe ich hervor, dass die Grundmasse des Holzes von Holzprosenchym gebildet wird, dessen Wandungen mit einfachen, unbehöften Tüpfeln versehen sind. Nur bei Halleria lucida L. ist das Holzprosenchym mitunter gefächert und im Besitze von Tüpfeln, deren Spalte nur mit einem kleinen, oft undeutlichen Hof versehen ist. Die Gefässe sind durchweg nicht grosslumig (Maximaldurchmesser 0,015 -0,048 mm.). An der Gefässwand persistiert die Hoftüpfelung auch bei angrenzendem Markparenchym. Die Gefässperforationen sind stets einfach, rund oder elliptisch bei verschiedener Neigung der Scheidewand, das Holzparenchym ist nie reichlicher entwickelt. Nach *Born* werden die Gefässe beim Fehlen von Markstrahlen im ganzen Umkreis von Holzparenchym umgeben.

Tracheiden sind bei den Scrophulariaceen bis jetzt nicht zur Beobachtung gelangt.

Von den übrigen Strukturverhältnissen des Holzes ist aus der Arbeit *Born's* noch zu erwähnen, dass dem Holzkörper der Scrophulariaceen sehr oft, ja meistens sogar, typische Markstrahlen fehlen. Das Vorkommen

---

[1]) Born, Vergleichende Anatomie des Stengels der Labiaten und Scrophulariaceen, Berlin 1886.

[2]) Möller, Anatomie der Baumrinden, Berlin 1882.

[3]) Möller, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes, in Denkschriften der natur-math. Cl. der K. K. Akademie der Wissensch. Band 36, Wien 1876.

[4]) Solereder, Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dicotyledonen, München 1885.

oder Fehlen ist für die Gattung konstant. Sie sind nie breit, höchstens vierreihig, wie bei Isoplexis Sceptrum Lindl. Bei den von mir untersuchten Arten waren sie nie mehr wie zweireihig und es scheinen die mehrreihigen Markstrahlen auf die wenigen, baumartigen Scrophulariaceen beschränkt zu sein.

Meine Untersuchungen nun erstreckten sich sowohl auf Holz, wie Rinde und Mark und suchten deren Gesamtcharakter wie Einzelverhältnisse für die Systematik, besonders aber zur Unterscheidung der Arten, in Verbindung mit der Anatomie des Blattes nutzbar zu machen. Dabei habe ich mein Augenmerk vorwiegend auf folgende Punkte gerichtet:

1) Auf das Vorkommen von Kanten und Flügeln und ihre Beschaffenheit.
2) Auf die Beschaffenheit der grünen Rinde.
3) Auf die Ausbildung der Schutzscheide und das Vorkommen von sclerenchymatischen Elementen unterhalb derselben.
4) Auf das Fehlen oder Vorkommen von Markstrahlen.
5. Auf das Auftreten von sclerenchymatischen Elementen und Kristallen im Mark.

Ehe ich zur näheren Besprechung dieser fünf Punkte übergehe, möchte ich mich über die Beschaffenheit der Epidermis noch etwas verbreiten. Die Epidermiszellen sind im allgemeinen von quadratischer Form mit, wie dies ja der gewöhnliche Fall zu sein pflegt, stärkeren Aussen- und dünneren Seitenwänden. Eine Verschleimung der Aussen- und Innenwand, besonders letzterer hatte ich nur in drei Fällen zu beobachten Gelegenheit gehabt und zwar bei Linaria tristis, L. triornitophora und L. Hendersonii; die betreffenden Membranen quollen etwas in Wasser, viel stärker natürlich in Chlorzinkjod, färbten sich mit diesem Reagenz schwach blau

und zeigten nach der Quellung sehr deutliche Schichtungen. Mit Jodjodkalium färben sie sich, wie ich noch beifügen will, nicht. Ein gerade nicht so seltener Fall ist der, dass die Epidermiszellen durch senkrecht zur Richtung der Organachse auftretende Zwischenwände eine nochmalige Teilung erfahren: ich bediene mich im speziellen Teile hiefür vielfach des Ausdrucks „radiale Teilwände". Eine Einlagerung von Oxalatkristallen in den Epidermiszellen der Achse habe ich nur bei Veronica grandis gesehen: sie liegen hier einzeln oder zu vielen in einer Zelle beisammen. Verhältnismässig mehr finden sich sphärokristallinische Massen, besonders bei Linaria- und Scrophularia-Arten.

In den meisten Fällen führt die Epidermis Spaltöffnungen, die mit ihrem Spalte parallel zur Richtung der Stengelachse liegen und nur selten nach allen Richtungen orientiert sind, wie z. B. bei Digitalis laevigata, Pentastemon glandulosus oder Pentastemon confertus. Wo Haare auftreten, sind sie für gewöhnlich denen des Blattes gleichgebaut; doch fehlen auch manchmal dem Blatte Haare, die an der Achse auftreten und umgekehrt. So finden wir z. B. beim Blatt von Pentastemon glandulosus nur Drüsenhaare, bei der Achse nur Keulenhaare; oder die Haare treten nur an der Achse auf, während dem Blatte sonst jegliche Behaarung fehlt, wie beispielsweise bei Pentastemon Jeffreyanum. Mit besonderer Vorliebe sammeln sich Trichome, wo Kantenbildung auftritt, an den Kanten an, wie bei Torenia exappendiculata. Als eines besonders interessanten Falles möchte ich im Anschluss hieran noch Erwähnung thun. Bei Torenia Fournieri finden sich nämlich reichlich Glieder- und Drüsenhaare, von denen erstere nur den Kanten und Flügeln eigen sind, bei vollständigem Ausschluss der übrigen Achsenoberfläche, während letztere wohl über das ganze Organ verbreitet sind, sich aber in hervorragender Weise an den Stellen entwickeln, wo Gliederhaare fehlen, also zwischen den Kanten.

Ich gehe nun zur eigentlichen Aufgabe dieses Kapi-

tels über und beginne mit dem ersten Teile desselben „dem Vorkommen von Kanten und Flügeln bei der Achse".

1) Bei den meisten der von mir untersuchten Vertretern der Scrophulariaceen bildet die Querschnittsform des Stengels einen mehr oder minder vollkommenen Kreis; bei einigen Gattungen ist der Stengel infolge vorspringender Leisten vierkantig, bei Verbascum-Arten fünfkantig. Die Kanten sind bei Vertretern der Gattungen Nemesia, Scrophularia, Torenia und anderer geflügelt.

Die Epidermis der Kanten gleicht meist in Form und Stärke derjenigen der dazwischen liegenden Stengelteile. Die Flügel bestehen bei allen untersuchten Arten, die durch die Ausbildung solcher ausgezeichnet sind, aus gewöhnlichem Rindenparenchym, auch dort, wo die Kanten aus Collenchym bestehen. Das Gewebe der Kanten besitzt verschiedene Ausbildung. Wir können die durch die Bildung von Kanten hervorragenden Scrophulariaceen-Arten nach der Beschaffenheit des Gewebes dieser Kanten in drei verschiedenen Typen unterbringen. Diese wären folgende:

I. Typus: Pflanzen, deren Kanten aus gewöhnlichem Rindenparenchym bestehen.

II. Typus: Pflanzen, deren Kanten aus Rindenparenchym mit einem Bündel enggeschlossener, eckigpolyedrischer Sclerenchymfasern bestehen.

III. Typus: Pflanzen, deren Kanten aus Collenchym bestehen.

Sind die Kanten aus Collenchym gebildet, so treten, soweit meine Beobachtungen reichen, niemals noch andere mechanische Gewebeelemente, hier speziell Sclerenchymfasern hinzu.

Als Beispiele für diese drei Typen führe ich zu jedem einige Pflanzen an; zum 1. Typus Torenia exappendiculata, Scrophularia marylandica; zum 2. Typus Lindernia pyxidaria und Torenia Fourneri; zum 3. Typus Scrophularia sambucifolia, Bellardia Trixago und Tozzia alpina.

Die Ausbildung des Kantengewebes nach dem einem oder anderen dieser drei Typen ist für die Gattung nicht konstant; ich habe noch hervorzuheben, dass ich keine einzige dem II. Typus angehörige Scrophularia-Art gefunden habe, wenn auch das Kantengewebe aus noch so dünnwandigem Parenchym bestand. Die Arten dieser Gattung scheinen sich demnach auf den ersten und letzten Typus zu verteilen.

2) In diesem Abschnitt gedenke ich die Verhältnisse zu erläutern, die wir in dem Gewebe finden, welches zwischen der Epidermis und der Schutzscheide oder, wenn diese fehlt, zwischen jener und dem Hart- oder Weichbast liegt. Ich will hiebei von den Kanten absehen, die in den vorhergehenden Absätzen behandelt worden sind, und mich an die Verhältnisse halten, die normale, runde Stengel darbieten. Zunächst mit ein paar Worten das Rindenparenchym. Dasselbe ist mehr oder weniger dickwandig, meist grosslumig und tangential gestreckt. Es wird oft von grossen Intercellularräumen, bei Lindernia pyxidaria, Gratiola officinalis und anderen von mächtigen Luftkanälen durchzogen. In diesem Falle hängen die Zellen nur noch kettenartig an einander und bilden ein grossmaschiges „Netz". Die Zellen des Rindenparenchyms erfahren bei vielen Pflanzen durch senkrecht zur Achse auftretende Zwischenwände nochmalige radiale Teilungen, die besonders zahlreich bei Veronica- und Linaria-Arten vorkommen. Bei Calceolaria fällt dem Beobachter der Mangel jedweden Gewebes, das berufen wäre, mechanischen Schutz zu gewähren, auf. Als Ersatz desselben funktioniert ohne Zweifel das stark tangential gestreckte, schwach verdickte Rindenparenchym, dessen Zellen nicht genau auf einander gelagert sind, sondern wie die Steine eines Gebäudes übereinander liegen.

Von Kristallen beobachtete ich im Rindenparenchym nur sphärokristallinische Massen.

Bei Lophospermum scandens lagert unter der Epidermis ein zweischichtiges, collenchymatisches Hypoderm,

dessen Zellen hervorragend an den Tangentialwänden verdickt sind, während die Radialwände von der Verdickung weniger betroffen werden. Bei den Scrophulariaceen der Gattung Scrophularia finden wir unter der Epidermis ein einschichtiges Collenchym, welches den ganzen Stengel umläuft, in der Nähe der Leisten anwachsend zwei-, drei- und mehrschichtig wird, um an diesen selbst mächtig anzuschwellen und sie vorzustellen. Getüpfeltes Rindenparenchym fand ich nur bei Veronica incana.

Kork war bereits bei einigen Arten ausgebildet; ich übergehe jedoch denselben, weil er nur vereinzelt auftrat und auch nicht für die Lösung meiner Aufgabe in Betracht kommen konnte.

Alle drei von mir untersuchten Melampyrum-Arten und Linaria italica führen unter der Epidermis vereinzelte Sclerenchymfasern. Scrophularia marylandica und Linaria italica sind durch das Vorkommen von Sclereïden im Rindenparenchym ausgezeichnet und zwar erstere durch das gleichzeitige Auftreten von Brachy- und Makrosclereïden, während bei letzterer nur Brachysclereïden vorkommen. Überaus zahlreich treten im übrigen diese Elemente nicht auf. Es kann ihnen natürlich auch nur Artwert zugesprochen werden, und nur bei Melampyrum scheinen sie Gattungswert zu haben.

3) „Über die Ausbildung der Schutzscheide und das Vorkommen von sclerenchymatischen Elementen." An der Grenze zwischen Rindenparenchym und Bast tritt in grosser Verbreitung eine Schutzscheide auf, die die mannigfaltigsten Differenzierungen erleidet, über die ich jetzt des näheren berichten möchte. Die Zellen der Endodermis sind in den meisten von mir untersuchten Fällen mehr oder weniger tangential gestreckt und grosslumig, seltener quadratisch. „Sie zeigen entweder nur die Casparischen Punkte, oder es sind nur die Radialwände oder auch alle Wände verkorkt."[1]) Am häufig-

[1]) Born, Vergleichend-systematische Anatomie des Stengels der Labiaten und Scrophulariaceen, Berlin 1886.

sten waren nur die Radialwände schwach verkorkt. Das Fehlen oder Vorhandensein der Schutzscheide ist für die Gattung, soweit meine Untersuchungen reichen, in den meisten Fällen konstant; sie tritt auch bei Arten auf, die einen vollständig geschlossenen, „continuierlichen Sclerenchymring" besitzen, z. B. bei Veronica- und Linaria-Arten. Fast in allen diesen Fällen ist sie jedoch nicht mehr in typischer Form vorhanden, da sie ja dem meist unregelmässig geformten Sclerenchymring folgt, also bald mehr oder minder hervor- oder zurücktritt, ausserdem durch nochmalige Teilungen ihrer Zellen ein- oder mehrschichtig wird und so ein sehr unregelmässiges Aussehen gewinnt. Diese Verhältnisse treten aber auch da auf, wo die Achsen keinen kontinuierlichen Bastring besitzen. Bei Paederota Ageria ist die Schutzscheide oberhalb des geschlossenen Sclerenchymringes so unregelmässig geformt, dass man sie nicht erkennen würde, wenn nicht die Radialwände verkorkt wären und das Rindenparenchym im Gegensatz zu ihr Stärke führte; aber so gelingt es uns, durch Behandlung mit Chlorzinkjod zunächst eine ganz schwache Färbung der Radialwände der Endodermiszellen und eine starke Blaufärbung des Zellinhaltes des Rindenparenchyms zu erzielen, wodurch die Schutzscheide sich natürlich sehr deutlich, sowohl von dem hochgelbgefärbten Hartbast als auch vom blauen Rindenparenchym als fast farblose Zone abhebt. Bei anderen Arten gelingt es wieder, die undeutliche Endodermis dadurch zu erkennen, dass sie im Gegensatz zum Rindenparenchym Stärke führt. Wir sehen also hier dieselben Verhältnisse wieder, auf die ich schon bei der Besprechung der Schutzscheide bei den Gefässbündeln der Blattnerven aufmerksam gemacht habe.

Unter der Schutzscheide, oder wenn diese fehlt, unter dem Rindenparenchym, sind Bastzellen entweder gar nicht oder es sind mehr oder weniger kräftige Bastbelege vorhanden. Fehlen Bastzellen überhaupt oder treten dieselben nur vereinzelt auf, so umläuft in vielen Fällen das Phloem eine continuierliche Zone stark ver-

dickter, tangential gestreckter Zellen, zwischen denen im zweiten Falle diese Bastzellen eingebettet liegen.

Wo die Schutzscheide fehlt, da treten im allgemeinen auch kräftigere Bastbelege auf, wenn es auch Fälle gibt, wo sie, wie schon beiläufig bei der Besprechung derselben erwähnt, auch bei den continuierlichen Sclerenchymringen, die also den grössten nur möglichen Schutz zu gewähren berufen sind, über diese hinzieht. Die Ausbildung der Sclerenchymelemente selbst ist eine recht mannigfache. Die Sclerenchymfasern sind meist ziemlich lange, oben und unten zugespitzte, mehr oder minder dickwandige Zellen mit linksschiefen oder fast vertikalen Tüpfeln. Die Grösse des Lumens ist innerhalb einer Pflanze sehr verschieden; es nimmt im allgemeinen von innen nach aussen zu. Lumenverengungen habe ich mehrfach gesehen, besonders bei den Leistenbündeln von Torenia exappendiculata. Fächerung durch dünne Wände ganz vereinzelt bei Digitalis laevigata.

Am häufigsten liegen die sclerenchymatischen Elemente in mehr oder weniger grossen Gruppen oder Bändern auf den Umfang des Phloems verteilt. Ihre Zellen sind eckig-polyedrisch und fest zusammenschliessend, bei einigen Arten auch rund und locker zusammenliegend. Ich unterscheide hier, wie man eine Trennung macht in „einfache“ und „gemischte Sclerenchymringe“, „einfache“ und „gemischte Sclerenchymgruppen“, von denen die ersteren am weitesten verbreitet sind, während ich letztere nur bei vier Arten antraf. Bei den Linaria-Arten, L. italica und L. genistifolia bestehen dieselben aus Sclerenchymfasern, Brachy- und Makrosclereïden, bei Scrophularia sambucifolia aus Sclerenchymfasern und Makrosclereïden, bei Mimulus ringens aus ersteren und Brachysclereïden.

Verhältnismässig oft kommen continuierliche, geschlossene Sclerenchymringe vor. Auch diese erleiden ähnliche Differenzierungen, wie ich sie soeben für die Sclerenchymgruppen auseinander gesetzt habe. Die „einfachen Sclerenchymringe“ bestehen aus meist viele

Zelllagen dicken, eckig-polyedrischen Sclerenchymfasern, die ohne Intercellularräume fest an einander schliessen, mit meist kleinem Lumen. Verschieden davon sind die einfachen Ringe von Linaria spuria und L. Elatine, die nur zwei, allerhöchstens drei Zelllagen dick sind und aus sehr grosslumigen, mächtigen Bastzellen bestehen, und eben durch die Mächtigkeit ihrer Elemente den continuierlichen Ringen anderer Gattungen und Arten an Stärke ihrer Ausdehnung gleichkommen. „Continuierliche gemischte Ringe" führen die Achse von Veronica virginica, Capraria peruviana und Digitalis lutea. Bei der ersten dieser drei Pflanzen enthalten sie neben Sclerenchymfasern noch Brachysclereïden, bei Capraria noch Makrosclereïden und bei Digitalis lutea endlich neben den Sclerenchymfasern beide Sclereïden-Formen. „Hier verholzt das Gewebe zwischen den einzelnen Siebröhrenbündeln, sodass verbindende Speichen mechanischen Gewebes zwischen Bast- und Holzring hergestellt werden. Eine Grenze zwischen Bast und Libriform ist nicht vorhanden, beide Gewebe gehen unmerklich in einander über, wie denn überhaupt in morphologischer Beziehung zwischen Bast und Libriform kein principieller Unterschied existiert. Die Siebröhrenbündel liegen inselartig in dem mechanischen Gewebe eingeschlossen."[1]) Diese Erscheinung bezeichne ich in folgendem und besonders im speziellen Teile als „Phloemspaltungen".

Ähnliche Fälle von Spaltungen des Phloems, allerdings nicht durch verholzte, sondern dickwandige, parenchymatische Elemente beobachtete ich bei Pentastemon Cobaea und Pentastemon acuminatus; hier schieben sich zwischen den einzelnen Bastzellgruppen hindurch, das Phloem durchsetzend, Streifen dickwandigen Parenchyms, sodass „verbindende Speichen" parenchymatischen Gewebes zwischen Holzteil und Rindenparenchym hergestellt werden. Dadurch entstehen einzelne Siebteilgruppen, welche Inseln zu vergleichen sind. Vor jeder solchen Insel

[1]) Born, Vergleichend-systematische Anatomie des Stengels der Labiaten und Scrophulariaceen, Berlin 1886.

liegt eine Bastzellgruppe, sodass die Phloem-Inseln nach aussen von Sclerenchymfasern, nach innen von Xylem, zu beiden Seiten aber von dickwandigem Parenchym begrenzt werden. Diese Erscheinung tritt besonders schön bei Pentastemon Cobaea auf. Näheres darüber bei der Gattung No. 39, Pentastemon im speziellen Teil.

4) Was die Markstrahlen anbetrifft, so stimmen meine Beobachtungen im wesentlichen mit denen *Born's* überein und ich halte es für das beste, hier die eigenen Worte des Verfassers zu citieren.

Born schreibt: „Das Vorhandensein oder Fehlen von Markstrahlen ist für die Gattung konstant, während mit wenigen Ausnahmen dies für grössere Gruppen nicht behauptet werden kann. So fehlen die Markstrahlen allen untersuchten Veronica-Arten, den Antirrhineen und Euphrasieen, während bei den untersuchten Leucophylleen und Aptosimeen einreihige Markstrahlen vorhanden sind. Wie auch bei den Labiaten münden sie in das zarte, die Ring- und Spiralgefässe begleitende zartwandige Parenchym. Bei Verbascum Blattaria L. finden sich ausser den in den Mestomsträngen verlaufenden typischen Markstrahlen in den gefässlosen Libriformbrücken Reihen von Holzparenchymzellen, welche mitten in jenen ihren Ursprung nehmen, bis zur Rinde nach aussen gehen, aber nicht mit dem Marke in Verbindung stehen: unvollkommene Markstrahlen. Sind Markstrahlen vorhanden, so sind sie auch zahlreich, ebenso wie bei den Labiaten. Bei Gratiola officinalis L. liegen zwischen einer oder zwei Reihen von Holzelementen und Gefässen je ein ein- oder zweireihiger Markstrahl. In den bei weitem meisten Fällen sind sie einreihig. Zweireihige fand ich nur noch bei Anticharis glandulosa Aschrs. und Paulownia imperialis Sieb. und Zucc.“ Weiter: „Nun fand ich bei allen untersuchten Scrophulariaceen nur mehr oder weniger vertikal gestreckte Zellen und nur bei Paulownia imperialis Sieb. und Zucc. einem Baume, radial gestreckte. Um die Histologie des Holzes zu studieren, benutzt man fast immer als Objekte Bäume und Sträucher und für

diese ist, besonders für die ersteren in der That zutreffend, dass sie fast stets radial gestreckte Markstrahlzellen besitzen. Für krautige Gewächse und viele Sträucher aber scheint es Regel zu sein, dass nur vertikal gestreckte Zellen vorkommen.“ Zur Bemerkung über die Anordnung der Markstrahlen zwischen den Xylemelementen bei Gratiola officinalis habe ich nur noch beizufügen, dass die Reihenzahl der Holzelemente vielfach auf vier steigt. Bezüglich der letzten Äusserung *Born's* über die Gestalt der Markstrahlzellen kann ich mich nicht solidarisch mit ihm erklären, ich fand gerade, um bei Gratiola officinalis zu bleiben, hier schöne, radial gestreckte Markstrahlzellen, und Gratiola ist doch gewiss kein Strauch oder Baum. Ich verstehe unter radial gestreckten Markstrahlen solche, deren Zellen etwa doppelt so lang oder vielfach länger sind als breit, und aus solchen Zellen bestehen die Markstrahlen von Gratiola und vielen anderen von mir untersuchten Scrophulariaceen-Arten.

5) Über das Auftreten von sclerotischen Elementen im Mark kann ich blos in zwei Fällen berichten und zwar bei Veronica-Arten. In einem Falle treten sie weniger zahlreich auf, im anderen bilden sie einen mächtigen Cylinder im Centrum des Markes. Näheres darüber berichte ich im speziellen Teile bei der Gattung No. 114 Veronica.

„Kristalle fehlen“ schreibt *Born* pag. 47 seiner schon mehrfach erwähnten Abhandlung. Diese Behauptung muss ich ganz entschieden zurückweisen, denn bei einer ganzen Reihe von Vertretern der Scrophulariaceen, besonders aus den Gattungen Veronica und Linaria treten im Mark meist zahlreiche, schöne und grosse Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk in Form von Säulen, Würfeln oder Briefcouverts auf.

Ich halte es für geeignet, diese Arten der Reihe nach hier aufzuführen, es sind dies: Celsia Coromandeliana, Digitalis lanata, Linaria spuria, Linaria triornitophora, Linaria Hendersonii, Scrophularia marylandica,

Veronica spuria, Veronica spicata, Veronica austriaca, Veronica prostrata.

Es wäre ja möglich, dass *Born* gerade nur solche Pflanzen untersucht hat, bei denen solche Kristalle nicht vorkommen; aber Paulownia imperialis Sieb. und Zucc. gehört nicht zu diesen, da *Born* sehr häufig Verhältnisse dieser Art bespricht. Nun lässt sich *Möller* in seiner „Anatomie der Baumrinden" über die primäre Rinde von „Paulownia imperialis" folgendermassen aus: Der grössere Teil der breiten, primären Rinde ist dünnwardig, nur in den äussersten Lagen schwach collenchymatisch. Zwischen den in mächtigen Bündeln auftretenden primären Bastfasern beginnt zunächst die Sclerosierung des Parenchyms und hier finden sich auch in ziemlich grosser Menge Kristallzellen mit ansehnlichen Einzelkristallen, die in den äusseren Rindenteilen fehlen." Ich möchte deshalb beinahe annehmen, dass *Born* die Kristalle des Markes gerade so wie hier bei der Rinde von Paulownia imperialis Sieb. und Zucc. entgangen sind. Auch in den Sclereïden des Markes von Veronica austriaca habe ich vereinzelt Oxalatkristalle gefunden.

Die in den vorstehenden fünf Gruppen zusammengefassten Verhältnisse erschöpfen in der Hauptsache das bezüglich der Achsenanatomie für die Systematik verwendbare Material.

Spezieller Teil.

Tribus Verbasceae.

Gattung Nr. 7. Verbascum.

Diese Gattung zeichnet sich durch die verschiedensten anatomischen Charaktere aus, welche sowohl die Abgrenzung derselben von den übrigen Scrophulariaceen-Gattungen als auch die Unterscheidung der einzelnen, soweit es die von mir untersuchten betrifft, gestatten.

Aus den gemeinschaftlich vorkommenden anatomischen Verhältnissen dieser Arten stelle ich den Gattungscharakter auf.

Als ein Hauptmerkmal der Gattung Verbascum sind die Sternhaare, die in ungeheurer Menge sowohl am Blatte als auch auf der Achse vorkommen, zu bezeichnen. Dieselben sitzen direkt ohne Emergenzenbildung der Epidermis auf. Ausser ihnen finden sich stets noch zwei verschiedene Haarformen, nämlich einfache, mehrgliedrige, starkwandige Gliederhaare und kleine, einzellige Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Die Epidermiszellen sind polygonal und buchtig-wellig. Auf der Ober- und Unterseite des Mittelnerven sind Hypodermschichten gebildet, die bei den einzelnen Arten in Bezug auf die Stärke variieren. Die Spaltöffnungen treten stets beiderseits auf und sind eben- oder auch oberständig; besonders gerne neigen sie an den Nerven zur Oberständigkeit.

Der Blattbau ist bifacial, das Palissadengewebe zweischichtig. Die Gefässbündel der Mittel- und prima-

ren Seitennerven sind durchgehend und werden von Verstärkungsgewebe begleitet, das eine verschiedene Differenzierung erleidet. Eine Schutzscheide im eigensten Sinne traf ich nicht. Doch ist die die Gefässbündel mit dem Verstärkungsgewebe direkt umgebende Zellreihe stärkeführend und darf deshalb wohl als „Stärkescheide" betrachtet werden.

Nachdem ich nun einen Überblick über die allgemeinen, den von mir untersuchten Arten gemeinschaftlichen anatomischen Verhältnisse gegeben habe, werde ich bei den nun folgenden Artdiagnosen nur die den einzelnen Arten speziell zukommenden Merkmale, die es ermöglichen, sie von einander zu unterscheiden, aufführen.

Untersucht wurden:

Verbascum Thapsus L.

Epidermiszellen polygonal mit Tendenz zum buchtig-welligen Umriss oberseits — buchtig-wellig unterseits — . Knotige Verdickungen nur auf der Oberseite.

Das Hypoderm der Unterseite ist stärker als das der Oberseite, indem es vom Mesophyll mit einer Zellenlage anfangend immer stärker anschwillt, bis es an der tiefsten Stelle, dem „Scheitel" des Nerven mächtig entwickelt ist. Auf der Oberseite sind die Zellen wohl kräftiger und auch grösser, aber das Gewebe selbst nur zweischichtig.

Die Spaltöffnungen sind ebenständig mit Tendenz zur Oberständigkeit.

Das Verstärkungsgewebe, das der Oberseite der primären Seitennerven fehlt, besteht aus schwach verdicktem englumigem Gewebe.

Die Querwände der Sternhaare zeigen auffallende, knotige Verdickungen.

Achse: Stengel kantig — Kanten aus Collenchym bestehend — Schutzscheide fehlt — Einzelne lockere Gruppen eckig-polyedrischer oder rundlicher Bastzellen — Markstrahlen ein- bis zweireihig.

Verbascum Thapsiforme Schrad.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Hypoderm oberseits viel stärker — bis fünf Zelllagen mächtig — auf der Unterseite zweischichtig.

Die Spaltöffnungen sind oberständig.

Das Verstärkungsgewebe besteht aus Collenchym und fehlt der Oberseite der primären Seitennerven.

Die Sternhaare führen an den Querwänden knotige Auflagerungen.

Achse: Stengel kantig — Kanten aus Collenchym bestehend — Schutzscheide fehlt — eckig-polyedrische Bastzellen in grösseren oder kleineren Gruppen — Markstrahlen ein- bis dreireihig.

Verbascum Lychnitis L.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — mit starken, knotigen Verdickungen.

Das Hypoderm findet sich ausser bei den Mittel-, auch noch bei den primären Seitennerven und zwar auf der Oberseite zwei-, auf der Unterseite mehrschichtig, indem es wiederum von dem Mesophyll an nach dem „Scheitel“ des Nerven zunimmt.

Die Spaltöffnungen sind ebenständig.

Ausser den schon erwähnten Haaren fand ich noch Drüsenhaare mit vierzelligem Köpfchen. Die Sternhaare führen an den Querwänden keine knotigen Verdickungen.

Das Verstärkungsgewebe besteht aus Collenchym und führt auf der Unterseite zahlreiche Bastzellen. Die Mittelnerven gehen mit dünnwandigem, grosslumigen, die Seitennerven erster Ordnung dagegen mit collenchymatisch verdicktem Parenchym durch.

Achse: Stengel kantig — Kanten aus Collenchym bestehend — Endodermis fehlt — Grössere, sehr lockere Gruppen runder, niemals eckig-polyedrischer Bastzellen — Markstrahlen ein- bis zweireihig.

Anatomischer Schlüssel.

A. Verstärkungsgewebe der Mittelnerven nicht typisch: V. Thapsus.

B. Verstärkungsgewebe der Mittelnerven aus Collenchym: V. thapsiforme.

C. Verstärkungsgewebe der Mittelnerven aus Collenchym und Bastzellen: V. Lychnitis.

Gattung No. 8. Celsia.

Die von mir untersuchten Arten dieser Gattung weisen anatomische Verhältnisse, welche sich zur Aufstellung eines Gattungscharakters verwerten liessen, nicht auf. Ich gehe daher direkt zur Beschreibung der Arten selbst über und bemerke nur noch, dass die Spaltöffnungen bei sämtlichen Arten gleiche Verhältnisse darbieten, kreisrund und ebenständig sind.

Celsia arcturus Murr.

Epidermiszellen oberseits polygonal mit etwas Neigung zum buchtig-welligen Bau, unterseits stark buchtig-wellig — sehr dickwandig — ohne knotige Verdickungen.

Hypoderm zweischichtig — die erste unter der oberen Epidermis der Mittel- und primären Seitennerven gelegene Reihe desselben pflanzt sich vielfach mehr oder weniger weit unter der Epidermis der übrigen Blattlamina fort.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe drei- bis vierschichtig — Wenig scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus palissadenartig gestreckten Zellen bestehend — ziemlich fest.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven werden von Verstärkungsgewebe begleitet, das auf der Unterseite aus Collenchym und Bast, auf der

Oberseite aus reinem Collenchym besteht. Beide Nerven gehen mit grosslumigem, dünnwandigem Parenchym durch.

Haare häufig — drei verschiedene Haarformen — mehrzellige Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen — kleine sitzende Drüsenhaare — und mehrzellige Gliederhaare wie bei Celsia cretica.

Kristalle nur in Form von Carotin im Mesophyll.

Achse: vierkantig — Kanten aus Collenchym bestehend — Schutzscheide fehlt — Sclerenchymelemente fehlen — doch ist das Rindenparenchym um das Phloem collenchymatisch verdickt — der Holzkörper wird von ein- bis zweireihigen Markstrahlen durchzogen.

Celsia cretica L.

Epidermiszellen polygonal — sehr dickwandig — beiderseits mit stark knotigen Verdickungen — an den Mittelnerven die Aussenwände etwas cuticularisiert.

An den Mittel- und primären Seitennerven mehrschichtiges Hypoderm auf Ober- und Unterseite.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — scharf gegen das aus rundlichen Schwammgewebezellen bestehende Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe locker.

Gefässbündel der Mittel- sowohl, wie der primären Seitennerven durchgehend, erstere mit grosslumigem, dünnwandigem Parenchym bis an die Hypodermbelege, letztere mit Collenchym bis an die beiden Epidermisplatten.

Verstärkungsgewebe beiderseits, aus Collenchym bestehend.

Haare häufig — drei verschiedene Formen — mehrzellige Drüsenhaare mit einer grossen Stielzelle und einer zweiten, kleineren und von dieser deutlich abgesetzten, das zweizellige Köpfchen tragenden Zelle — kleine, sitzende Drüsenhaare — und dreizellige, starkwandige, spitz zulaufende Gliederhaare.

Kristalle fehlen.

Achse: vierkantig — Kanten aus Collenchym bestehend — Endodermis fehlt — Sclerenchymelemente in einzelnen, runden, lockeren Gruppen im Umkreis des Phloems — Markstrahlen einreihig.

Celsia Coromandeliana Vahl.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — mässig dickwandig — mit mässig starken knotigen Verdickungen.

Hypoderm zwei- bis dreischichtig — oberseits meist auf eine Zellreihe reduziert — nicht so typisch wie bei den anderen Arten ausgebildet.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig — ziemlich scharf gegen das lockere Schwammparenchym abgegrenzt.

Schwammgewebe aus runden Zellen bestehend.

Gefässbündel der Nerven mit dünnwandigem Parenchym durchgehend.

Das Verstärkungsgewebe besteht aus collenchymatisch verdickten Zellen, bildet keinen bandförmigen Beleg, sondern ist in einzelnen grösseren oder kleineren Gruppen auf den Umfang des Phloems verteilt.

Carotin-Kristalle finden sich zahlreich im Mesophyll und in Begleitung der Gefässbündel.

Haare häufig — drei verschiedene Formen — wie bei Celsia cretica.

Achse: vierkantig — Kanten aus Rindenparenchym bestehend — Schutzscheide fehlt — Sclerenchymelemente in Form einzelner Zellen oder grösserer und kleinerer Gruppen — Markstrahlen einreihig.

In *De Candolle's* Prodromus zerfällt die Gattung Celsia in zwei Sectionen, von denen die von mir untersuchten beiden ersten Arten der Sectio I Arcturus,

Celsia Coromandeliana dagegen der Sectio II Nefflea angehören.

Vergleichen wir unsere anatomischen Befunde mit dieser Einteilung, so finden wir, dass die beiden in dieselbe Sectio gehörigen Arten einander viel weniger gleichen, als die zur anderen Sectio gehörige C. Coromandeliana jeder von ihnen ähnlich ist.

Am wirksamsten wird sich eine Einteilung auf grund der anatomischen Verhältnisse auf die Anatomie der Achse stützen, z. B.:

A. Kanten aus Collenchym bestehend.
   I. Sclerenchymelemente im Umkreis des Phloems fehlen: C. Arcturus.
   II. Sclerenchymelemente im Umkreis des Phloems vorhanden: C. cretica.

B. Kanten aus Rindenparenchym bestehend: C. Coromandeliana.

Tribus Calceolarieae.

Gattung No. 10. Calceolaria.

Von dieser Gattung stand mir nur eine Art, nämlich Calceolaria lignosa, zur Verfügung. Dieselbe zeigt folgende, nicht uninteressante anatomische Merkmale:

Die Epidermis des Blattes ist ziemlich dickwandig, und mit einer dünnen, zarten cuticula versehen. Die Ränder der Epidermiszellen sind oberseits bald polygonal, bald buchtig-wellig, letzteres stets auf der Unterseite. Knotige Verdickungen treten nur schwach auf, unterseits immer auf der convexen Seite der Windungen. Zahlreich beobachtete ich in den Zellen dem quadratischen System angehörige Oxalatkristalle.

Spaltöffnungen fehlen der Oberseite; sie sind kreisrund und oft in der Richtung der Längsachse noch etwas mehr zusammengedrückt, ebenständig.

Der Blattbau ist bifacial, das Palissadengewebe

zwei- bis dreischichtig und scharf gegen das lockere, aus rundlichen oder wenig gestreckten Zellen bestehende Schwammgewebe abgegrenzt.

Eine Kristalleinlagerung im Mesophyll und, wie schon erwähnt, in den Zellen der Epidermis tritt häufig auf; die hieran beteiligten Kristalle zeigen briefcouvert- und säulenartige Formen. Besonders reich an Kristallen ist das die Gefässbündel begleitende Gewebe. Neben diesen Calciumoxalatkristallen zeigt das die Gefässbündel direkt umgebende Gewebe noch Stärke; eine Anordnung der Zellen zu einer Scheide konnte ich nicht beobachten.

Die Gefässbündel der primären und secundären Seitennerven, sowie selbstverständlich der Mittelnerven gehen mit grosslumigem, etwas dickwandigem Gewebe durch; davon führen die Mittelnerven und die Seitennerven erster Ordnung mechanisches, aus englumigen, collenchymatisch verdickten Zellen bestehendes Gewebe. Dasselbe ist bei den Mittelnerven stärker auf der Oberseite ausgebildet als auf der Unterseite.

Die Behaarung ist sehr stark ausgeprägt, sodass das Blatt sich filzig anfühlt, und zwar wird dieselbe durch nicht weniger als vier verschiedene Haarformen gebildet; darunter sind allein drei verschiedene Arten von Drüsenhaaren: 1) grosse Drüsenhaare mit einzelligem Köpfchen, 2) ebensolche mit zweizelligem Köpfchen, 3) kleine, fast sitzende Drüsenhaare mit ein- und zweizelligem Köpfchen. Die vierte Haarform wird von einfachen, mehrzelligen Gliederhaaren gebildet. Dieselben sind an der Spitze verdickt und besitzen starke Wandungen.

Achse: Ausgezeichnet ist dieselbe durch den vollständigen Mangel spezifisch mechanischer Gewebeelemente, der Schutzscheide und der Sclerenchymelemente. Dagegen zeigt das dickwandige Rindenparenchym in der Umgebung des Phloems eine auffallende charakteristische Anordnung seiner Zellen. Dieselben sind wie die Steine einer Mauer aneinander gelagert, wodurch das Ganze

jedenfalls eine gewisse mechanische Bedeutung erhält. Markstrahlen fehlen.

Tribus Hemimerideae.

Gattung No. 11. Alonsoa.

Diese Gattung umfasst nach *Bentham* und *Hooker* sechs Arten, von denen mir zwei, nämlich Alonsoa hybrida Ruiz et Pavon und Alonsoa acutifolia Ruiz et Pavon zugänglich waren; dieselben zeigen folgende anatomische Verhältnisse:

Blatt: Die Epidermiszellen besitzen von der Fläche gesehen auf der Oberseite buchtig-welligen, auf der Unterseite faltigen-welligen Umriss; knotige Verdickungen finden sich beiderseits, die nervalen Partieen sind frei davon. Die Aussenwände sind bei der Blattfläche dick, nicht cuticularisiert, dahingegen beobachtete ich an der Epidermis der Mittelnerven eine sehr starke Ausbildung der cuticula, die bogenartig gegen die Aussenwand einspringt.

Die beiderseits vorkommenden Spaltöffnungen sind ebenständig, breitelliptisch bis kreisrund.

Im Blattbau macht sich durchwegs der bifaciale Charakter geltend, indem auf der Oberseite eine einzige, ziemlich hohe, schlauchförmige Palissadenschicht entwickelt und scharf gegen das lockere Schwammparenchym abgegrenzt ist. Letzteres zeigt drei bis vier Schichten, die bei A. hybrida R. u. P. deutlicher ausgeprägt als bei A. acutifolia R. u. P. sind.

Von Kristallen fand ich im Mesophyll nur Carotin.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven werden auf Ober- und Unterseite von Verstärkungsgewebe, aus collenchymatisch verdickten Zellen bestehend, umgeben und gehen mit grosslumigem, rundem, dünnwandigem Parenchym ohne Schutzscheide durch.

Eine mässig starke, beiderseitige Behaarung findet sich bei beiden Arten entwickelt. Dieselbe besteht nur

aus Drüsenhaaren, kleinen kurzgestielten mit zweizelligen Köpfchen und grösseren bis dreizelligen, deren Köpfchen durch zwei senkrecht auf einander stehende Wände in vier Kammern geteilt ist. Der Fuss der Haare besitzt sehr starke Wandung und ist über das Niveau der Epidermis verschoben. Auf demselben sitzt, deutlich von ihm abgesetzt, das eigentliche dünnwandige Haar mit seinem Köpfchen.

Achse: Die Querschnittsform des Stengels ist vierkantig infolge vorspringender, geflügelter Leisten. Während die Epidermis des Stengels nicht cuticularisiert ist, springt die cuticula bei den Flügeln in die Epidermis ein und ist sehr stark entwickelt. Die Flügel selbst bestehen aus rundlichen, kleinlumigen, dünnwandigen Rindenparenchymzellen ohne Bastzellcylinder. Unter der einschichtigen Endodermis liegen vereinzelte Bastzellen oder kleinere Gruppen ohne typische Bänderbildung. Markstrahlen fehlen.

Gattung No. 16. Nemesia.

Soweit von der einzigen Art, Nemesia versicolor E. Mey., die mir zur Verfügung stand, auf die ganze Gattung geschlossen werden darf, zeichnet sich diese durch hochinteressante und merkwürdige Verhältnisse aus, auf die ich bei der Art-Diagnose der N. versicolor E. Mey. nun näher einzugehen beabsichtige.

Blatt: Die Epidermiszellen zeigen bei Flächenansicht oberseits einen buchtig-welligen, unterseits einen faltigen Umriss. Ihre Aussenwände sind verdickt, besitzen jedoch keine Cuticularschichten. Beiderseits, besonders auf der Unterseite treten knotige Verdickungen auf, die dafür allerdings auf der Oberseite viel kräftiger sind.

Die beiderseits vorkommenden Spaltöffnungen sind ebenständig, auf der Oberseite schmal- auf der Unterseite breitelliptisch bis kreisrund: sie zeichnen sich durch knotige Anhängsel aus und sind sehr gross.

Der Blattbau ist bifacial; das Palissadengewebe ist einschichtig, aber nicht gerade scharf gegen das aus grossen, runden oder eckigen Zellen bestehende Schwammgewebe abgegrenzt; dies wird hauptsächlich durch die eckigen Zellen bedingt, die am Palissadengewebe liegend, diesem täuschend ähnlich sehen, besonders da, wo dieses nicht schlauchförmig, sondern mehr kurz und dick gestaltet ist.

Sehr klein sind die Gefässbündel und erscheinen kaum noch gebogen. Nur die Mittelnerven führen auf der Unterseite aus Collenchym bestehendes Verstärkungsgewebe und sind mit grosslumigem, dünnwandigem Parenchym durchgehend. Alle anderen Nerven ermangeln des Verstärkungsgewebes und sind eingebettet.

Die sehr mässige Behaarung wird von einer Haarform, nämlich kleinen, fast sitzenden Drüsenhaaren mit zweizelligem, ovalem Köpfchen gebildet.

Achse: Die interessanten und merkwürdigen Verhältnisse, die ich oben erwähnt, finden wir alle hier bei der Achse vereinigt. Der Stengel ist vierkantig und geflügelt. Diese Kanten sind schwach abgerundet und tragen die Flügel. Zwischen je zwei dieser vier Kanten befindet sich je eine kleinere, äusserst schwache Vorwölbung, im ganzen finden sich also ebenfalls vier solche kleinere Kanten. In den grösseren Kanten nun liegen, der rundlichen Form derselben entsprechend, gewölbte Gruppen von Gefässbündeln; in den kleineren Vorwölbungen dagegen fand ich entsprechend kleinere, oft zwei Gruppen von Gefässbündeln, die ebenfalls nach aussen hin convex abgerundet sind; sie treten jedoch gegen die mehr vorgeschobenen grossen der Hauptkanten etwas zurück. Dadurch, dass nun die grösseren und kleineren Gruppen von Gefässbündeln durch Libriformbrücken verbunden werden, entsteht eine Art Schlangenlinie, die viermal stärker und ebenso oft schwächer vortritt und achtmal zurückbleibt, jedesmal da, wo sie das verbindende Libriformgewebe berührt. Als schätzenswert glaube ich die gewisse Constanz betrachten zu

dürfen, die in der Anzahl der in jeder Gruppe vorhandenen primären Gefässbündel auftritt. Die grösseren führen deren meist fünf bis sieben, die kleineren zwei bis drei, also so ziemlich etwa die Hälfte, was dem Grössenverhältnis der Gefässbündelgruppen annähernd auch entspricht. Die grösseren Gruppen werden von Markstrahlen durchzogen, die den kleineren jedoch fehlen. Die primären Gefässbündel sind durch tangential gestreckte, nicht verholzte Zellen verbunden. Um das ganze, durch die eigentümliche Anordnung seiner Elemente also so vorzüglich charakterisierte Xylem läuft eine Schutzscheide aus grosslumigen, allseitig verkorkten Zellen, die an den Kanten meist tangential, dazwischen meist quadratisch sind. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass keine Übergänge vorhanden sind und sich auch einmal an den Kanten quadratische Zellen befinden und umgekehrt. Die Schutzscheide besitzt infolge der merkwürdigen Anordnung der Xylemelemente nicht die Form eines Kreises, sondern sie folgt der bogenförmigen Gestalt des Xylem's. Sclerenchymfasern fehlen vollständig.

Tribus. Antirrhineae.

Gattung No. 18. Linaria.

Die von mir untersuchten Arten dieser Gattung zeigen keine besonderen anatomischen Verhältnisse, die sich zur Aufstellung eines von den übrigen Gattungen unterscheidenden Gattungscharakters verwenden liessen. Aber auch für sämtliche Arten gemeinschaftliche, Gattungswert habende anatomische Verhältnisse treten nicht auf; dagegen zeichnen sie sich durch die verschiedensten anatomischen Merkmale aus, welche wohl eine Unterscheidung der einzelnen Arten ermöglichen. Die allgemeinen Strukturverhältnisse sind folgende:

Blatt: Die Epidermiszellen besitzen meist, besonders an den Mittelnerven, mehr oder weniger stark verdickte

Aussenwände ohne Cuticularschichten und erscheinen auf der Flächenansicht von polygonalem oder buchtig-welligem Umriss. Letzteres trifft für die beiden Epidermisflächen zu bei Linaria pallida, L. Cymbalaria, L. spuria, L. Elatine, L. triornitophora, L. italica, L. arvensis, L. tristis, L. saxatilis und L. Hendersonii zu, dagegen nur für die Unterseite bei L. stricta, L. repens, L. alpina; bei L. genistifolia besitzen die Epidermiszellen beiderseits polygonalen, bei L. vulgaris unterseits polygonalen, oberseits buchtig-welligen Umriss. Knotige Verdickungen treten bei einzelnen Arten auf. Bei L. genistifolia sind die Epidermiszellen durch senkrecht zur Blattfläche stehende Zwischenwände vielfach nochmals geteilt. Sie führen gelbliche sphärokristallinische Massen bei L. genistifolia und L. saxatilis.

Spaltöffnungen kommen meist beiderseits vor, bei einzelnen Arten auf der Oberseite wohl etwas seltener; vollständig fehlen sie dagegen nur der Oberseite von Linaria vulgaris und L. triornitophora. Sie sind breit-elliptisch bis kreisrund und ebenständig. Die Spaltöffnungen von L. Hendersonii und L. spuria führen ähnliche, knotige Anhängsel wie die von Antirrhinus majus.

Das Blatt ist bifacial gebaut und besitzt in den meisten Fällen ein mehrschichtiges Palissadengewebe. Nur bei L. italica, L. genistifolia, L. tristis und L. alpina nehmen die Schwammgewebezellen Palissadenform an und verleihen dadurch dem Blattbau ein isolaterales Gepräge. Diese Verhältnisse treten besonders an den Nerven hervor.

Die Gefässbündel sämtlicher von mir untersuchten Arten, mit Ausnahme von L. pallida, L. Cymbalaria, L. spuria und L. Elatine, sind eingebettet. Bei diesen Arten gehen auch die Seitennerven durch, d. h. natürlich nur die erster Ordnung. Alle Mittelnerven und primären Seitennerven führen um die Gefässbündel Verstärkungsgewebe, das bei L. genistifolia durch vereinzelte Sclerenchymfasern in seiner Wirkung unterstützt wird. Die Gefässbündel der eingebetteten Nerven werden von einem, zwei oder drei Kreisen parenchymatischer Zellen

umgeben, die in ihrem äusseren Verlauf an das Chlorophyllgewebe anschliessen. Bei den Seitennerven findet sich stets nur ein Kreis solcher Zellen.

Kristalleinlagerung im Mesophyll beobachtete ich bei fast allen Arten, am häufigsten treten Carotin und die bekannten sphärokristallinischen Massen auf; diese besonders auch in Begleitung der Gefässbündel. In einem einzigen Falle, bei Linaria tristis habe ich im Mesophyll Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk gesehen.

Haare fehlen, hinsichtlich der Artenzahl, den meisten von mir untersuchten Arten. Wo aber Behaarung auftritt, pflegt sie für gewöhnlich auch kräftig zu sein. Eigentümliche Haare zeigt Linaria saxatilis; es sind derbe Gebilde, deren einzelne Glieder sehr kurz und breit sind und eine abgerundete, sphärokristallinische Massen führende Endzelle tragen. Sonst sind es Glieder- und Drüsenhaare, die allein oder zusammen die Behaarung ausmachen.

Achse: Wie schon beim Blatt, finden wir auch hier bei den einzelnen Arten auffallende, anatomische Erscheinungen. Da uns alle Teile der Achse solche darbieten, so beginne ich mit der Epidermis und schreite von hier aus nach innen bis zum Mark zu.

Die Epidermis trägt in allen Fällen Spaltöffnungen und dann auch Haare, wenn sie dem Blatte eigen sind. Nur Linaria vulgaris trägt an der Achse Haare, während sie dem Blatt fehlen. Ihre Zellen besitzen stark verdickte Aussenwände mit Cuticularschichten. Die Seitenwände dagegen sind meist dünn und die Innenwände wieder verdickt. Bei L. pallida, L. tristis und L. Hendersonii sind die Wände verschleimt, quellen in Wasser, besonders stark aber in Chlorzinkjod auf und färben sich mit diesem Reagenz schwach blau, nicht dagegen mit Jod-Jodkalium. Sie zeigen nach dem Quellen schöne Schichtungen. Die Innenwände sind an einzelnen Stellen von dieser Verdickung, es treten ganze Wülste auf, freigeblieben, sodass manchmal förmliche Kanäle vom Lumen der Zelle durch ihre Wandung ziehen. Bei L. genisti-

folia und L. italica erfahren die Epidermiszellen durch senkrecht zur Achse stehende Wände nochmalige Teilungen; erstere und Lin. saxatilis führen sphärokristallinische Massen.

Das Rindenparenchym von L. pallida, L. repens, L. genistifolia und L. italica zeigt meist zahlreich auftretende, radiale Teilwände. Es führt bei L. genistifolia und L. saxatilis sphärokristallinische Massen und bei L. italica Brachysclereïden. Bei letzter Art kommen auch vereinzelte Sclerenchymfasern direkt unter der Epidermis vor.

Eine Schutzscheide tritt bei allen Arten auf, auch dort, wo ein geschlossener Sclerenchymring das Phloem umläuft. Unter derselben treten in den meisten Fällen sclerenchymatische Elemente in den mannigfaltigsten Verhältnissen auf. Sie fehlen zunächst vollständig bei L. pallida, L. cymbalaria und L. alpina. An ihrer Stelle liegt bei der ersten dieser drei Arten ein starkwandiges, collenchymatisches Gewebe. Dasselbe Gewebe mit einzelnen Bastzellen ist Lin. vulgaris eigen. Bei den anderen Arten treten die Sclerenchymfasern in mehr oder weniger grosser Stärke auf: einzeln liegend, grössere Gruppen oder Bänder bildend. L. Elatine und L. spuria zeichnen sich durch geschlossene, einfache Sclerenchymringe aus, die bei ersterer an einzelnen Stellen unterbrochen werden. Die einzelnen Zellelemente dieser Ringe zeichnen sich durch ihr grosses Lumen aus, besitzen kräftige Tüpfelkanäle und liegen zu ein, zwei bis höchstens drei Zellreihen neben einander, was für jede dieser beiden Arten verschieden ist. Phloemspaltungen erzeugen diese Ringe nicht. Sie unterscheiden sich wesentlich von den Sclerenchymringen anderer Gattungen, z. B. der Digitalis-Arten, dadurch, dass sie zwei, allerhöchstens drei Zelllagen dick sind und dabei in ihrer Breite doch den Ringen dieser Gattung gleichkommen, was eben durch das auffallend grosse Lumen ihrer Elemente bedingt wird. Grössere und kleinere Gruppen gemischter, aus Sclerenchymfasern, Makro- und Brachysclereïden bestehender Sclerenchymelemente führt die Achse von L. italica und L. genistifolia.

Der Holzkörper aller Linaria-Arten wird von Markstrahlen durchsetzt. Eine eigentümliche Anordnung der Xylemelemente zeigt die Achse von L. saxatilis. Die Gefässe sind in Gruppen zusammengestellt; ich zählte zwölf solcher Gruppen, welche durch ebenfalls zwölf Gruppen von Libriformelementen verbunden wurden. Während nun die letzteren convex nach aussen gegen die Schutzscheide vorspringen, treten jene zurück, besitzen also eine konkave Aussenseite. Die Elemente des Xylem's sind also infolgedessen auf einer Bogenlinie angeordnet. An den Stellen, wo die Gefässbündel zurücktreten, also der Raum zwischen Endodermis und Xylem grösser wird, da wächst auch das Phloem stärker an und es treten unter der Schutzscheide einzelne oder Gruppen von Sclerenchymfasern auf, während sie dort fehlen, wo das Xylem hervortritt.

Das Mark ist dünnwandig und führt bei L. triornitophora, L. Hendersonii und L. spuria schöne Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk in Form von Säulen, Würfeln oder Briefcouverts.

Linaria pallida Ten.

Epidermiszellen buchtig-wellig — nur auf der Oberseite etwas knotig verdickt.

Spaltöffnungen dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe sehr locker und typisch — mit grossen Lufträumen.

Gefässbündel mit grosslumigem, dünnwandigem Parenchym durchgehend Verstärkungsgewebe bei den Mittelnerven beiderseits, bei den Seitennerven erster Ordnung nur unterseits.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare — häufig — mehrzellige, starkwandige Gliederhaare mit blasig aufgetriebenem Köpfchen.

Achse: Epidermiswände verschleimt — Cuticularschichten mässig — Behaarung wie beim Blatt — Rindenparenchym mit zahlreichen, radialen Teilungen — Sclerenchymfasern fehlen; dafür eine ringförmige Zone collenchymatischen Gewebes — Mark ohne Kristalle.

Linaria Cymbalaria Mill.

Epidermiszellen buchtig-wellig — schwach knotig.

Spaltöffnungen breitelliptisch, — oberseits weniger verbreitet.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig.

Schwammgewebe aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen bestehend — locker.

Gefässbündel mit dünnwandigem Gewebe durchgehend — Verstärkungsgewebe beiderseits.

Kristalle fehlen.

Haare fehlen.

Achse: Haare fehlen — Rindenparenchym ohne radiale Teilungen — ohne Sclerenchymelemente.

Linaria spuria Mill.

Epidermiszellen buchtig-wellig — stark knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen meist schmalelliptisch — wie der Gattungscharakter — mit zapfenförmigen Anhängseln.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — hoch — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe locker und typisch.

Gefässbündel mit dünnwandigem Parenchym durchgehend — Verstärkungsgewebe beiderseits.

Kristalle fehlen.

Haare häufig — Blatt filzig — grosse und kleine Drüsenhaare, erstere viel-, letztere einzellig.

Achse: Behaarung wie beim Blatt — geschlosse-

ner, zwei allerhöchstens drei Zelllagen starker, einfacher Sclerenchymring — im Marke Oxalatkristalle.

Linaria Elatine Mill.

Epidermiszellen buchtig-wellig — mit knotigen Verdickungen.

Spaltöffnungen breitelliptisch — wie der Gattungscharakter.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe ein- bis zweischichtig.

Schwammgewebe locker — aus typischen Schwammgewebezellen bestehend.

Gefässbündel durchgehend — mit Verstärkungsgewebe auf Ober- und Unterseite.

Kristalle fehlen.

Haare häufig — vielzellige Glieder- und Drüsenhaare.

Achse: Behaarung wie beim Blatt — geschlossener, an einzelnen Stellen noch unterbrochener, eine oder höchstens zwei Zelllagen breiter, einfacher Sclerenchymring — im Mark kein Oxalat.

Linaria triornitophora Willd.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen nur auf der Unterseite — sonst dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig.

Schwammgewebe aus typischen Schwammgewebezellen bestehend — sehr locker.

Gefässbündel eingebettet — mit Collenchymbeleg: beiderseits bei den Mittel-, nur unterseits bei den Seitennerven.

Carotin-Kristalle im Mesophyll — besonders im Palissadengewebe.

Haare fehlen.

Achse: Epidermiszellen verschleimt — Cuticular-

schichten mässig — Sclerenchymfasern in Form einzelner Zellen oder mehr oder weniger langer, tangentialer Bänder auftretend — im Mark Calciumoxalatkristalle.

Linaria italica Trev.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen beiderseits — wie der Gattungstypus.

Blattbau bifacial — an den Nerven durch die palissadenartige Entwicklung der Schwammgewebezellen mit isolateralem Gepräge.

Schwammgewebe aus typischen und palissadenartig entwickelten Zellen bestehend.

Gefässbündel eingebettet — mit Collenchymbeleg auf Ober- und Unterseite bei den Mittelnerven, nur unterseits bei den Seitennerven.

Kristalle fehlen.

Haare fehlen.

Achse: Epidermiszellen häufig durch senkrecht zur Achse stehende Zwischenwände geteilt — Rindenparenchym ebenfalls mit zahlreichen radialen Teilwänden. Brachysclereïden führend — grössere und kleinere Gruppen gemischter Sclerenchymelemente im Umkreis des Phloems.

Linaria vulgaris Mill.

Epidermiszellen oberseits buchtig-wellig — unterseits polygonal — ohne knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen nur unterseits — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei bis dreischichtig.

Schwammgewebe locker und typisch.

Gefässbündel eingebettet — mit collenchymatischem Beleg auf Ober- und Unterseite.

Kristalle fehlen.

Keine Haare.

Achse: Mehrzellige Drüsenhaare mit einzelligem Köpfchen — unter der Endodermis quergestrecktes collenchymatisch verdicktes Gewebe mit einzelnen Sclerenchymfasern.

Linaria genistifolia Mill.

Epidermiszellen beiderseits polygonal, mit etwas Neigung zum buchtig-welligen Umriss — ohne knotige Verdickungen — häufig durch senkrecht zur Oberfläche stehende Zwischenwände geteilt — im Besitze von sphärokristallinischen Massen.

Spaltöffnungen entsprechen dem Gattungstypus.

Blattbau bifacial — vielfach, besonders an den Nerven, mit Anklängen an den isolateralen.

Palissadengewebe drei- bis vierschichtig.

Schwammgewebe mit palissadenartig gestreckten und typischen Schwammgewebezellen.

Gefässbündel eingebettet — Verstärkungsgewebe der Unterseite aus Collenchym mit Bast, der Oberseite ohne Bast.

Carotin und sphärokristallinische Massen im Mesophyll, letztere besonders auch in Begleitung der Gefässbündel.

Haare fehlen.

Achse: Ohne Haare — Epidermiszellen vielfach durch senkrecht auf der Oberfläche stehende Zwischenwände geteilt — sphärokristallinische Massen führend — Rindenparenchym ebenfalls mit zahlreichen, radialen Zwischenwänden und sphärokristallinischen Massen — mit grösseren oder kleineren Gruppen oder kurzen Bändern gemischter Sclerenchymelemente, aus Bastfasern, Brachy- und Makrosclereïden bestehend — Mark mit sphärokristallinischen Massen.

Linaria stricta Guss.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits

buchtig-wellig — besonders auf der Oberseite mit knotigen Verdickungen.

Spaltöffnungen wie der Gattungscharakter etwas über das Niveau der Epidermis tretend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe dreischichtig scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe locker — aus meist tangential gestreckten Zellelementen bestehend.

Gefässbündel eingebettet — Verstärkungsgewebe auf beiden Seiten.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare fehlen.

Achse: nicht behaart — Bastzellen in grösseren Gruppen auf den Umfang des Phloems verteilt.

Linaria repens Steud.

Epidermiszellen oberseits polygonal unterseits buchtig-wellig — schwach knotig verdickt.

Spaltöffnungen beiderseits — mit besonderer Bevorzugung der Unterseite.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei-, seltener dreischichtig.

Schwammgewebe typisch und sehr locker.

Gefässbündel eingebettet Verstärkungsgewebe aus weitlumigen, collenchymatisch verdickten Zellen bestehend bei den Mittelnerven beiderseits, bei den Seitennerven nur unterseits.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare nur vereinzelt auf der Unterseite — kleine, dreizellige Haare mit einzelligem, kugeligem Köpfchen.

Achse: Haare fehlen Rindenparenchym mit vereinzelten, radialen Teilungen unter der Schutzscheide nur vereinzelt auftretende, niemals Bänder oder grössere Gruppen bildende Bastzellen.

Linaria arvensis Desf.

Epidermiszellen buchtig-wellig, — mit knotigen Verdickungen.

Spaltöffnungen beiderseits — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig.

Schwammgewebe locker — aus typischen Schwammgewebezellen bestehend.

Gefässbündel eingebettet — beiderseits mit Verstärkungsgewebe.

Kristalle fehlen.

Haare fehlen.

Achse: Sclerenchymelemente einzeln oder in Gruppen zusammenliegend, auch Bänder bildend.

Linaria tristis Mill.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen beiderseits.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig.

Blattbau bifacial — an den Nerven mit Neigung zum isolateralen.

Schwammgewebe aus zumeist palissadenartig gestreckten Zellen — sehr locker.

Gefässbündel eingebettet — Verstärkungsgewebe aus englumigen, schwach verdickten Zellen — nur bei den Mittelnerven beiderseits.

Kristalle von Calciumoxalat und Carotin im Mesophyll.

Haare fehlen.

Achse: Epidermiszellen verschleimt — Cuticularschichten mässig — Sclerenchymelemente einzeln oder zu mehr oder weniger grossen Gruppen zusammentretend.

Linaria alpina Mill.

Epidermiszellen oberseits polygonal, unterseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen beiderseits — fast durchgehends schmalelliptisch.

Blattbau bifacial — infolge palissadenartiger Ausbildung der Schwammgewebezellen vielfach mit isolateralem Gepräge.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig.

Schwammgewebe locker — aus typischen und palissadenartigen Zellen bestehend.

Gefässbündel eingebettet — mit schwach verdicktem Gewebe auf Ober- und Unterseite bei den Mittelnerven — bei den Seitennerven nur auf der Unterseite.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Keine Haare.

Achse: ohne Haare — und ohne sclerenchymatische Elemente.

Linaria saxatilis Hoffm. et Link.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen — im Besitz von sphärokristallinischen Massen.

Spaltöffnungen beiderseits — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig.

Schwammgewebe typisch und sehr locker.

Gefässbündel eingebettet — mit Verstärkungsgewebe auf beiden Seiten.

Im Mesophyll sphärokristallinische Massen.

Mehrzellige Haare mit kurzen, breiten Gliedern.

Achse: Epidermiszellen und Rindenparenchym mit sphärokristallinischen Massen — einzelne Bastzellen oder mehr oder weniger grosse Gruppen, keine Bänder mit

charakteristischer Anordnung und Verteilung der Xylemelemente.

Linaria Hendersonii.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen oberseits nur vereinzelt mit knotigen Anhängseln.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig.

Schwammgewebe typisch und sehr locker.

Gefässbündel eingebettet — mit Verstärkungsgewebe auf Ober- und Unterseite.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare finden sich ganz vereinzelt — besonders an den Nerven zwei- bis dreizellige Drüsenhaare mit einzelligem Köpfchen.

Achse: Epidermis ohne Haare Wände der Epidermiszellen verschleimt Spaltöffnungen mit knotigen Anhängseln — grössere oder kleinere Gruppen von Sclerenchymfasern Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk im Mark.

Übersicht über die Verteilung der Linaria-Arten nach ihren anatomischen Verhältnissen.

A. Nerven durchgehend.

I. Ohne Sclerenchymelemente im Umkreis des Phloems der Achse.

Achse behaart: **Linaria pallida.**

Achse nicht behaart: **Linaria Cymbalaria.**

II. Geschlossener Sclerenchymring um das Phloem der Achse.

Im Mark Oxalat: **Linaria spuria.**

Im Mark kein Oxalat: **Linaria Elatine.**

B. Nerven eingebettet.

I. Ohne Sclerenchymelemente um das Phloem der Achse.

Linaria alpina.

II. Mit einfachen Sclerenchymelementen um das Phloem der Achse.

1. Blatt rein bifacial.
   a. Epidermis der Achse verschleimt.
      Blatt behaart: **Linaria triornitophora.**
      Blatt nicht behaart: **Linaria Hendersonii.**
   b. Epidermis der Achse nicht verschleimt.
      α. Blatt behaart.
         Epidermiszellen mit sphärokristallinischen Massen: **Linaria saxatilis.**
         Epidermiszellen ohne sphärokristallinische Massen: **Linaria repens.**
      β. Blatt nicht behaart.
         Epidermiszellen oberseits polygonal, unterseits buchtig: **Linaria stricta.**
         Epidermiszellen oberseits buchtig-wellig, unterseits polygonal: **Linaria vulgaris.**
         Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig: **Linaria vulgaris.**
2. Blatt bifacial mit isolateralem Gepräge: **Linaria tristis.**

III. Mit gemischten Sclerenchymelementen um das Phloem der Achse.

Rindenparenchym mit Brachysclereïden: **Linaria italica.**

Rindenparenchym ohne Brachysclereïden: **Linaria genistifolia.**

Übersicht über die Verteilung der Linaria-Arten nach ihren morphologischen Verhältnissen (Prodromus Band X).

Sect. I. Cymbalaria
Linaria pallida
Linaria Cymbalaria

Sect. II. Elatinoides
Linaria spuria
Linaria Elatine
Sect. III. Linariastrum
§. 1. Grandes.
Linaria triornitophora
Linaria italica
Linaria vulgaris
§. 2. Speciosae.
Linaria genistifolia
§. 3. Versicolores.
Linaria stricta
Linaria repens
§. 4. Arvenses.
Linaria arvensis
§. 6. Supinae.
* Linaria tristis
Linaria alpina
*** Linaria saxatilis.

Linaria Hendersonii ist in dieser Übersicht nicht aufgenommen.

Vergleichen wir diese beiden Schlüssel mit einander, so finden wir zunächst, dass die beiden ersten Sectionen des Prodromus mit meiner grossen Abteilung A zusammenfallen und dass innerhalb dieser die beiden Gruppen I und II sich sehr scharf von einander abgrenzen, sie sich durch die beiden extremsten Fälle in der Ausbildung von Sclerenchymelementen von einander unterscheiden. Diese beiden Gruppen entsprechen ganz genau den Sectionen I und II nach *Bentham*. Sie stehen mit ihren durchgehenden Nerven der Sectio III „Linariastrum" gegenüber, die alle diejenigen Arten umfasst, deren Gefässbündel im Mesophyll eingebettet sind. Hier verschieben sich nun die einzelnen Unterabteilungen etwas, sodass die Triben nach den anatomischen Verhältnissen nicht mehr genau mit den §. der Sectionen zusammenfallen und ausserdem einzelne Arten herausgerissen werden und mit solchen anderer §. zusammenkommen:

doch stehen sämtliche Arten unter der grossen Abteilung B, die der Sectio III entspricht.

Gattung No. 23. Antirrhinum.

Diese Gattung weist keine besonderen, durchgehenden anatomischen Verhältnisse auf, welche zur Unterscheidung von den übrigen Scrophulariaceen-Gattungen dienen könnten.

Dagegen weisen die drei von mir untersuchten Arten anatomische Verhältnisse auf, welche wohl eine Unterscheidung der einzelnen Arten ermöglichen. Die allgemeinen Merkmale sind folgende:

Die Epidermiszellen sind in Bezug auf ihre Wandungen kräftig entwickelt; vielfach, besonders an den Mittelnerven von Antirrhinum majus sind kräftigere Cuticularschichten entwickelt, die bei dieser Art spitzwinklig in die Aussenwand eindringen. Die Epidermiszellen zeigen in der Flächenansicht einen polygonalen oder buchtig-welligen Umriss und sind oft durch senkrecht zur Oberfläche stehende Zwischenwände geteilt. Hypodermbildungen fehlen.

Die beiderseits, bei A. majus auf der Oberseite seltener, auftretenden Spaltöffnungen sind schmal- und breitelliptisch, ebenständig. Sie besitzen, was bei denen der Achse noch stärker hervortritt, an ihren Enden knotige Verdickungen, in Form von Zapfen, Höckern oder Hörnern.

Der Blattbau ist bei allen untersuchten Arten bifacial. Das Palissadengewebe gliedert sich in zwei bis drei Schichten, die gegen das Schwammgewebe scharf abgegrenzt sind.

Kristalle von oxalsaurem Kalk und zwar in Würfelform traf ich vereinzelt in den Epidermiszellen von A. nanum: Carotin im Mesophyll traf ich bei derselben Art und bei A. tortuosum.

Die Gefässbündel der Mittelnerven gehen mit dünn-

wandigem, grosslumigen Parenchym durch; die sämtlichen Seitennerven sind dagegen eingebettet.

Bei den Mittel- und primären Seitennerven fand ich Verstärkungsgewebe, das aus englumigen, schwach verdickten Zellen besteht. Auf der Oberseite tritt es fast ganz zurück. Die Schutzscheide besitzt verschiedene Ausbildung.

Die Haarbildung ist mehr oder weniger stark; sie ist entweder beiderseits gleichmässig ausgeprägt oder bevorzugt gewisse Partieen an den Blättern oder ist überhaupt auf bestimmte Blätter beschränkt. Bei jeder Art finden sich nur Drüsenhaare. Es sind mehrzellige, oft vielzellige Haare mit keilförmigem, einzelligem Köpfchen, oder das Köpfchen besteht aus sechs bis acht neben einander stehenden, ovalen Zellen, so dass das Köpfchen einem Becher vergleichbar ist, wie bei A. majus.

Achse: Die Epidermiszellen besitzen starke, meist cuticularisierte Aussenwände. Sie sind häufig durch radiale Zwischenwände nochmals geteilt. Haare fehlen entweder ganz oder es sind dieselben wie beim Blatt. Unter dem mehr oder weniger dickwandigen, vielfach radiale Teilungen aufweisenden Rindenparenchym bei A. majus eine Schutzscheide; unter dieser und, wenn sie fehlt, unter dem Rindenparenchym liegen einzelne oder kleinere Gruppen bildende Sclerenchymfasern. In dem Holzkörper verlaufen zweireihige Markstrahlen.

Nachdem ich hiermit einen allgemeinen Überblick über die verbreitetsten Verhältnisse gegeben, werde ich in der nun folgenden Artdiagnose nur diejenigen Merkmale anführen, die der betreffenden Art speciell zukommen und zur Unterscheidung von den anderen beizutragen vermögen.

Antirrhinum tortuosum Bosc. Chav.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen beiderseits zahlreich — breitelliptisch.

Palissadengewebe dreischichtig.

Schwammgewebe aus tangential gestreckten oder rundlichen Zellen bestehend — sehr locker.

Gefässbündel ohne Schutzscheide.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare häufig — nur auf den untersten eiförmigen Blättern.

Achse: Epidermiszellen durch radiale Wände geteilt — Haare wie beim Blatt — Rindenparenchym dickwandig, ebenfalls mit zahlreichen radialen Teilungen — Schutzscheide fehlt — Sclerenchymgruppen klein — Markstrahlen einreihig.

Antirrhinum majus L.

Epidermiszellen buchtig-wellig — mit mässig starken, knotigen Verdickungen.

Spaltöffnungen beiderseits — seltener auf der Oberseite — schmal- bis breitelliptisch.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig.

Schwammgewebe aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen — locker.

Gefässbündel der Mittelnerven ohne Schutzscheide — bei den primären und secundären macht sich eine kreisförmige Anordnung von Parenchymzellen bemerkbar.

Kristalle fehlen.

Haare — beiderseits — vorzugsweise an den jüngeren Blättern.

Achse: Epidermiszellen ohne radiale Teilwände — Haare wie beim Blatt — Rindenparenchym dünnwandig, ohne radiale Teilwände — Schutzscheide ein- und teilweise zweischichtig — Bastzellen vereinzelt oder mehr oder weniger lange Bänder bildend — Markstrahlen einreihig.

Antirrhinum nanum.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen — mit Einzelkristallen von oxalsaurem Kalk.

Spaltöffnungen beiderseits — breitelliptisch.

Palissadengewebe dreischichtig.

Schwammgewebe aus runden Zellen bestehend — locker.

Gefässbündel mit einer Stärkescheide.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare nur an den Blattstielen.

Achse: Epidermiszellen mit radialen Teilwänden — Haare fehlen — Rindenparenchym etwas dickwandig mit radialen Teilungen — Bastzellen einzeln oder in kleineren Gruppen auftretend — Markstrahlen ein- bis zweireihig.

Anatomischer Schlüssel.

A. Gefässbündel der Nerven mit typischer Schutzscheide: **Antirrh. nanum.**

B. Gefässbündel der Nerven ohne typische Schutzscheide.

I. Epidermiszellen polygonal: **A. tortuosum.**

II. Epidermiszellen buchtig-wellig: **A. majus.**

Gattung No. 24,3. Lophospermum.

Die Gattung Lophospermum bildet nach *Bentham* und *Hooker* die dritte Sectio der Gattung Maurandia. Sie ist durch zwei Arten vertreten, von denen ich Lophospermum scandens Gray untersuchte. Was uns diese Art besonders interessant macht, sind die in den Epidermiszellen auftretenden Porteïnkristalloide, die in dem mir vorliegenden Falle ungemein schön ausgebildet waren. Im übrigen bietet die Art wenig charakteristisches.

Die Epidermiszellen haben in der Flächenansicht einen buchtig-welligen Umriss. Ihre Aussenwände sind verdickt, schwach convex nach aussen gebogen, ohne Cuticularschichten. Knotige Verdickungen treten nicht auf.

Bei den Mittelnerven ist ein aus Collenchym bestehendes Hypoderm entwickelt, das auf der Unterseite eine, auf der Oberseite zwei Zelllagen dick ist.

Die nur unterseits auftretenden Spaltöffnungen sind breitelliptisch und ebenständig.

Der Blattbau ist bifacial, das Palissadengewebe ein- bis zweischichtig und scharf gegen das lockere, aus tangential gestreckten Zellen bestehende Schwammgewebe abgegrenzt.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven werden von einem dickwandigen, englumigem Parenchym, letztere nur auf der Unterseite, begleitet. Die Mittelnerven gehen mit grosslumigem, dünnwandigem Parenchym durch; sämtliche Seitennerven sind eingebettet.

Kristalle treten also, wie schon betont, als Porteïnkristalloide in den Zellen der Epidermis auf. Carotin beobachtete ich zahlreich im Mesophyll.

Die starke Behaarung auf beiden Seiten bilden mächtige Glieder- und Drüsenhaare. Die ersteren sind drei- und mehrzellige Haare mit mehr oder weniger deutlich von einander abgesetzten Gliedern. Ich beobachtete in ihrem weiten Lumen einen Plasmakörper mit überaus deutlichem Zellkern. Die Drüsenhaare sind mehrzellig und besitzen ein zweizelliges Köpfchen.

Achse: Behaarung wie beim Blatt — unter der Epidermis zweischichtiges Collenchym — einschichtige Stärkescheide — keine Sclerenchymelemente — Markstrahlen fehlen.

Tribus Cheloneae.

Gattung No. 33. Scrophularia.

Sieht man sich nach einem Charakteristikum für diese Gattung um, so wird man sich zunächst an die Bildung von Kanten bei den Achsen halten, die in Verbindung mit den stets auftretenden Markstrahlen, Sclerenchymelementen und der Schutzscheide eine Abgrenzung anderen Gattungen gegenüber ermöglichen.

Nun gibt es allerdings eine Reihe von Gattungen,

bei deren Arten neben der Bildung von Kanten eine Schutzscheide und die übrigen Elemente, die ich zur Charakterisierung der Gattung Scrophularia in Anspruch nehme, ebenfalls vorkommen. In den allermeisten Fällen fehlt hier aber eines dieser Elemente und nur bei Lindernia pyxidaria sah ich alle wie bei den Scrophularieen vereinigt. Hier aber helfen uns wieder die Kanten selbst, die bei Scrophularia niemals Bastelemente enthalten, während sie bei Lindernia durch solche verstärkt werden. Ausserdem wird die primäre Rinde von Lindernia pyxidaria von mächtigen Luftkanälen durchzogen, was bei Scrophularia niemals vorkommt.

In der Combination „Kantenbildung ohne Bastverstärkung, Schutzscheide, Sclerenchymelemente und Markstrahlen" besitzen wir das durchgehende Charakteristikum der Gattung Scrophularia. Die einzelnen Arten bieten selbst, besonders auch am Blatte, so verschiedene anatomische Verhältnisse dar, dass es sehr leicht gelingt, sie von einander zu unterscheiden.

Die Epidermiszellen sind in der Flächenansicht von polygonalem oder buchtig-welligem Umriss; ihre Aussenwände sind mehr oder minder stark verdickt. Stärkere Ausbildung der cuticula tritt nur an den Mittelnerven hervor. Sie sind oft im Besitze der schon im allgemeinen Teil unter dem Kapitel „Kristalle" besprochenen gelblichen, das Licht doppelt brechenden, sphärokristallinischen Massen. Knotige Verdickungen treten gar nicht oder nur schwach auf; sie erstrecken sich vielfach nur auf eine Seite oder gewisse, besonders die nervalen Partieen des Blattes.

Hypodermbildung tritt nur in Gestalt einer einschichtigen, dickwandigen Zellreihe bei den Mittelnerven der meisten von mir untersuchten Arten auf, und nur bei S. canina und S. vulgaris sah ich dasselbe zwei- bis dreischichtig, aus besonders an den Tangentialwänden stark verdickten Zellen bestehend.

Die elliptischen und kreisrunden Spaltöffnungen gehören mit Ausnahme der auf der Oberseite fehlenden

Spaltöffnungen von S. vulgaris und S. alata beiden Blattflächen an. Sie sind meist ebenständig, d. h. immer am Blatt und nur bei den Mittelnerven einiger Arten herrscht der „oberständige" Charakter vor.

Im Blattbau findet sich bei den untersuchten Arten durchwegs bifaciale Ausbildung, die nur bei S. Hoppei und S. sambucifolia etwas an isolaterale erinnert, infolge der palissadenartigen Entwicklung der Schwammgewebezellen. Bei S. nodosa schwankt die Schichtenzahl des Palissadengewebes zwischen eins und drei. Die Palissadenzelle ist entweder sehr hoch und schlauchförmig und dann nur eine Reihe vorhanden, oder die Zellen sind kurz und etwas dicker, dann wächst die Zahl der Reihen auf zwei bis drei.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven gehen durch, die der übrigen sind eingebettet. Das Durchgangsgewebe ist meist dünnwandig und grosslumig, bei S. vulgaris, S. canina und S. sambucifolia schwach collenchymatisch verdickt. Im Durchgangsgewebe von S. nodosa finden sich verhältnismässig zahlreich Makro- und Brachysclereïden. Eine Schutzscheide traf ich nur bei S. vernalis und S. nodosa.

Was das Verstärkungsgewebe der Gefässbündel anbetrifft, so erleidet dasselbe die mannigfaltigsten Differenzierungen. Es fehlt zunächst S. vernalis in typischer Ausbildung und ist nur noch durch englumige Zellen, die das Gefässbündel halbmondförmig umgeben, angedeutet. Hinsichtlich der Artenzahl besteht dasselbe zumeist aus Collenchym. Bei S. sambucifolia ist dasselbe durch Sclerenchymfasern verstärkt. Bei S. nodosa und S. marylandica fehlt Collenchym überhaupt und das Verstärkungsgewebe wird, auf der Unterseite wenigstens, von Sclerenchymelementen allein gebildet. Auf der Oberseite besteht dasselbe aus Collenchym, das bei S. marylandica sogar Sclerenchymfasern führt, ausgenommen Digitalis ochroleuca der einzige Fall, den ich bei meinen Untersuchungen beobachtete. Diese Sclerenchymfasern liegen auf der Unterseite nicht bandartig zusammengeschlossen

um das Phloem, sondern einzeln oder wie bei S. marylandica in grösseren oder kleineren Gruppen. Alle diese Verhältnisse treffen nur bei den Gefässbündeln der Mittelnerven zu; bei den Seitennerven sind die Gefässbündel von Collenchym auf Ober- und Unterseite überdeckt. Von den Nerven höherer Ordnung führen nur die sekundären Seitennerven von S. vulgaris Verstärkungsgewebe. Bei den Seitennerven von S. vernalis verschwindet auch der letzte Anklang an ein solches.

Im Mesophyll fast sämtlicher Arten findet sich Kristalleinlagerung in Form von Carotin-Kristallen oder sphärokristallinischen Massen.

Behaarung tritt überall auf, wenn es auch hie und da vorkommt, dass dieselbe auf gewisse Partieen einer Blattseite beschränkt bleibt. Hauptsächlich sind es Drüsenhaare und nur bei zwei Arten fand ich ausserdem noch mehrzellige Gliederhaare. Die Drüsenhaare sind kurz oder etwas länger gestielt und besitzen ein- oder zweizellige Köpfchen.

Achse: Der Stengel ist bei allen von mir untersuchten Arten infolge vorspringender Leisten vierkantig. Diese Kanten, die bei S. alata und S. aquatica noch geflügelt sind, bestehen zumeist aus Collenchym und nur bei S. marylandica und S. alata aus gewöhnlichem Rindenparenchym. Die Epidermis trägt ebenständige Spaltöffnungen und dieselben Haare wie das Blatt. Die Zellen des Rindenparenchyms sind bisweilen durch radial auftretende Wände nochmals geteilt; bei S. marylandica finden sich in demselben ziemlich bedeutende Brachy- und Makrosclereïden. Dasselbe ist durch eine Schutzscheide gegen das Phloem abgegrenzt. Unter dieser Endodermis findet sich bei S. Scopolii und S. vernalis eine ringförmige Zone collenchymatischer Zellen, zwischen der die Sclerenchymelemente eingestreut liegen oder durch die die einzelnen Bänder und Gruppen mit einander verbunden werden. Bei den übrigen Arten fehlt diese continuierliche Zone. Die Bastzellen liegen einzeln oder in lockeren Gruppen beisammen, sodass die Zellen ihre

runde Gestalt mehr oder weniger beibehalten und nicht eckig-polyedrisch werden, da sie sich nicht gegenseitig in ihrem Wachstum behindern und abflachen können. Bei S. sambucifolia bestehen die Gruppen aus Bastfasern und Makrosclereïden, sind also gemischte Sclerenchymelemente. Der Holzkörper wird von ein- bis zweireihigen Markstrahlen durchsetzt. Das mässig dickwandige Mark führt nur in einem Falle, bei S. marylandica, Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk.

Scrophularia vernalis L.

Epidermiszellen buchtig-wellig — knotige Verdickungen nur oberseits — ohne Kristalleinlagerung.

Spaltöffnungen dem Gattungscharakter entsprechend — beiderseits — eben- und oberständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig — nicht sehr scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe locker — aus runden oder palissadenartig gestreckten Zellen bestehend.

Gefässbündel mit dünnwandigem Parenchym durchgehend — ohne typisches Verstärkungsgewebe — mit Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — Glieder- und kleine sitzende Drüsenhaare.

Achse: Kanten nicht geflügelt — aus Collenchym bestehend — Rindenparenchym mit einzelnen radialen Teilungen — mehr oder weniger lange Bänder von Sclerenchymfasern — Markstrahlen ein- bis zweireihig.

Scrophularia sambucifolia L.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — beiderseits mit knotigen Verdickungen — im Besitze von sphärokristallinischen Massen.

Spaltöffnungen beiderseits — ebenständig — im übrigen wie der Gattungstypus.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe ein- bis zweischichtig — im ersten Falle sehr hoch.

Schwammgewebe aus rundlichen, tangential und palissadenartig gestreckten Zellen bestehend — locker.

Gefässbündel mit schwach verdicktem Parenchym durchgehend — Verstärkungsgewebe aus Collenchym bestehend, auf der Unterseite der Mittelnerven Bast führend — ohne Schutzscheide.

Kristalle im Mesophyll — sphärokristallinische Massen.

Haare — beiderseits — Blatt filzig — grosse Drüsenhaare mit einzelligem Köpfchen.

Achse: Kanten nicht geflügelt — aus Collenchym bestehend — einzelne Sclerenchymfasern oder kleinere und grössere Bänder gemischter, aus Bastzellen und Makrosclereïden bestehender Sclerenchymelemente — Markstrahlen ein- bis zweireihig.

Scrophularia Scopolii Hoppe.

Epidermiszellen oberseits polygonal, mit Neigung zum buchtig-welligen Umriss — unterseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen — mit sphärokristallinischen Massen.

Spaltöffnungen beiderseits — ebenständig — schmal- und breitelliptisch.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen Zellen bestehend — locker.

Gefässbündel mit dünnwandigem Parenchym durchgehend — Verstärkungsgewebe aus Collenchym — ohne Schutzscheide.

Kristalle im Mesophyll: sowohl Carotin als auch sphärokristallinische Massen.

Haare beiderseits — besonders auf der Unterseite grosse und kleine Drüsenhaare.

Achse: Kanten nicht geflügelt — aus Collenchym bestehend — Schutzscheide stärkeführend — Einzelne Bastzellen in einer ringförmigen Zone collenchymatisch verdickten Gewebes eingebettet — Markstrahlen einreihig.

Scrophularia aquatica.

Epidermiszellen oberseits polygonal - unterseits buchtig-wellig — beiderseits schwach knotig — im Besitze von sphärokristallinischen Massen.

Spaltöffnungen beiderseits — ebenständig — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — hoch — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen bestehend — sehr locker.

Gefässbündel mit dünnwandigem Parenchym durchgehend — Verstärkungsgewebe aus Collenchym — ohne Schutzscheide.

Im Mesophyll sphärokristallinische Massen.

Haare — beiderseits — kleine Drüsenhaare.

Achse: Kanten geflügelt — aus Collenchym bestehend — Flügel aus Rindenparenchym gebildet — vereinzelte Bastzellen oder in sehr lockeren Gruppen stehend — Markstrahlen einreihig.

Scrophularia alata Gilib.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen — sphärokristallinische Massen führend.

Spaltöffnungen fehlen der Oberseite — eben- und oberständig — wie der Gattungstypus.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen und tangential gestrekten Zellen bestehend — sehr locker.

Gefässbündel mit dünnwandigem Parenchym durchgehend — mit Verstärkungsgewebe aus Collenchym — ohne Schutzscheide.

Sphärokristallinische Massen im Mesophyll.

Haare beiderseits — kleinere und grössere Drüsenhaare.

Achse: Kanten geflügelt — samt den Flügeln aus Rindenparenchym bestehend — im Umkreis des Phloems vereinzelte Bastzellen — Markstrahlen ein- bis zweireihig.

Scrophularia nodosa L.

Epidermiszellen buchtig-wellig — nur an den Nerven etwas knotig verdickt — im Besitze von sphärokristallinischen Massen.

Spaltöffnungen beiderseits — wie der Gattungscharakter — eben- und oberständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe ein- bis dreischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen — mässig locker.

Gefässbündel der Mittelnerven mit dickwandigem, Makro- und Brachysclereïden führendem Parenchym durchgehend — Verstärkungsgewebe der Unterseite aus Bast und Makrosclereïden ohne Collenchym bestehend — mit Schutzscheide.

Gefässbündel der primären Seitennerven mit dünnwandigem Parenchym durchgehend — mit Verstärkungsgewebe aus Collenchym — mit Schutzscheide.

Carotin und sphärokristallinische Massen im Mesophyll.

Haare beiderseits — kleine Drüsenhaare.

Achse: Kanten nicht geflügelt — aus Collenchym bestehend — Sclerenchymelemente in kleineren Gruppen — Markstrahlen ein- bis zweireihig.

Scrophularia canina L.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen — mit sphärokristallinischen Massen.

Spaltöffnungen beiderseits — weniger auf der Oberseite — ebenständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus tangential gestreckten Zellen bestehend — mässig locker.

Gefässbündel mit ziemlich dickwandigem Parenchym durchgehend — mit Verstärkungsgewebe aus Collenchym — ohne Schutzscheide.

Im Mesophyll sphärokristallinische Massen.

Haare beiderseits — nur kurze, kleine Drüsenhaare.

Achse: Kanten nicht geflügelt — aus Collenchym bestehend — Sclerenchymelemente in sehr lockeren Gruppen auf den Umfang des Phloems verteilt — Markstrahlen einreihig.

Scrophularia Hoppei Koch.

Epidermiszellen buchtig-wellig — auf der Unterseite, fast vollständig auf die nervalen Partieen beschränkte knotige Verdickungen — ohne sphärokristallinische Massen.

Spaltöffnungen beiderseits — eben- und oberständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe drei- bis vierschichtig — nicht scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus runden, tangential und palissadenartig gestreckten Zellen bestehend — mässig locker.

Gefässbündel mit dünnwandigem Parenchym durchgehend — mit Collenchymbeleg auf Ober- und Unterseite — ohne Schutzscheide.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare beiderseits — nur ganz vereinzelt — kleine Drüsenhaare.

Achse: fehlte mir.

Scrophularia vulgaris.

Epidermiszellen oberseits polygonal, mit Tendenz zum buchtig-welligen Bau — unterseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen — mit sphärokristallinischen Massen.

Spaltöffnungen nur auf der Unterseite — ebenständig — sonst wie der Gattungscharakter.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig — erste Reihe ziemlich länger.

Schwammgewebe aus runden oder tangential gestreckten Zellen — mehr oder weniger fest.

Gefässbündel der Mittel-, primären und secundären Seitennerven mit collenchymatisch verdicktem Parenchym durchgehend — Verstärkungsgewebe aus Collenchym bestehend — ohne Schutzscheide.

Im Mesophyll sphärokristallinische Massen.

Haare beiderseits — kleine Drüsenhaare.

Achse: Kanten nicht geflügelt — aus Collenchym bestehend — Sclerenchymelemente in lockeren Gruppen auf den Umfang des Phloems verteilt — Markstrahlen einreihig.

Scrophularia marylandica.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — besonders auf der Unterseite mit knotigen Verdickungen — sphärokristallinische Massen führend.

Spaltöffnungen auf der Oberseite seltener, — ebenständig — sonst dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — hoch.

Schwammgewebe aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen bestehend — sehr locker.

Gefässbündel der Mittelnerven mit dünnwandigem Parenchym durchgehend — auf der Unterseite mit Verstärkungsgewebe von mehr oder weniger grossen Bastzellgruppen ohne Collenchym — auf der Oberseite aus

Collenchym mit eingestreuten Sclerenchymfasern — ohne Schutzscheide.

Gefässbündel der primären Seitennerven mit dünnwandigem Parenchym durchgehend — mit Collenchymbeleg ohne Bast auf Ober- und Unterseite.

Kristalle im Mesophyll: Carotin und sphärokristallinische Massen.

Haare — beiderseits — auf der Oberseite nur in der Nähe der Nerven — Glieder- und grosse Drüsenhaare.

Achse: Kanten nicht geflügelt — aus Rindenparenchym bestehend — Rindenparenchym mässig dickwandig, mit zahlreichen, radialen Teilungen, von Brachy- und Makrosclereïden durchsetzt — unter der Endodermis mehr oder weniger grosse Gruppen von Bastzellen — Markstrahlen ein- bis zweireihig — im Mark Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk.

Auf Grund der vorstehenden anatomischen Verhältnisse lassen sich die von mir untersuchten Arten in folgender Weise verteilen.

A. Gefässbündel der Mittelnerven ohne typisches Verstärkungsgewebe.

Scrophularia vernalis.

B. Gefässbündel der Mittelnerven mit typischem Verstärkungsgewebe.

I. Unterseits mit Collenchymbeleg ohne Bast.

a. Kanten geflügelt.

1. Spaltöffnungen beiderseits: **Scrophularia aquatica.**
2. Spaltöffnungen nur unterseits: **Scrophularia alata.**

b. Kanten nicht geflügelt.

1. Spaltöffnungen beiderseits.

a. An den Nerven ebenständig.

I. Bastzellen vereinzelt im Umkreis des Phloems der Achse: **Scrophularia Scopolii.**

II. Bastzellen in lockeren Gruppen im Umkreis des Phloems der Achse: **Scrophularia canina.**

β. An den Nerven oberständig. **Scrophularia Hoppei.**

2. Spaltöffnungen nur unterseits: **Scrophularia vulgaris.**

II. Unterseits mit Collenchymbeleg und Bast: **Scrophularia sambucifolia.**

III. Unterseits mit Bast ohne Collenchym:

a. Collenchymbeleg der Oberseite ohne Bast: **Scrophularia nodosa.**

b. Collenchymbeleg der Oberseite mit Bast: **Scrophularia marylandica.**

Zur Vergleichung dieser Aufstellung mit der im Prodromus (Band X) von *Bentham* gegebenen lasse ich nun diese folgen und beschränke mich in deren Wiedergabe auf die Sectionen, welche Arten enthalten, die ich untersucht habe.

Sectio I. Venilia

** Scrophularia vernalis

Sectio II. Scorodonia

*** Scrophularia sambucifolia

**** Scrophularia Scopolii

Scrophularia aquatica

Scrophularia alata

Scrophularia nodosa

Sectio III. Tomiophyllum

§. 2. Caninae

Scrophularia canina

Scrophularia Hoppei,

während S. vulgaris und S. marylandica in dieser Einteilung nicht aufgenommen sind.

Ein Blick auf diese beiden Tabellen zeigt uns ein teilweises Aufgehen der einen in der anderen. Die Sectio I *Bentham*'scher Einteilung fällt mit meiner Gruppe A. zusammen. Die Sectionen II und III vereinigen sich

unter B. I. mit Ausnahme von S. sambucifolia und S. nodosa, für die ich eigene Abteilungen aufstellen musste; erstere bildet allerdings ebenfalls eine Unterabteilung und zwar die dritte (γ) nach *Bentham*, aber dieselbe hat nicht diese Bedeutung wie die, welche sie in Rücksicht auf ihre anatomischen Verhältnisse in der von mir aufgestellten Einteilung einnimmt. Von den übrigen drei Arten der vierten (δ) Unterabteilung der Sectio II sind zwei: S. aquatica und Scroph. alata auch anatomisch sehr nahe mit einander verwandt, wie sich aus dem Schlüssel ergibt.

Von den nicht in der *Bentham*'schen Aufstellung aufgenommenen zwei Arten fällt die eine, S. vulgaris unter B. I, während die andere, S. marylandica, zu B. III gehört und dadurch in anatomische Verwandtschaft zu S. nodosa tritt.

Gattung No. 36. Paulownia.

Diese durch eine Art, Paulownia imperialis Sieb. und Zucc. vertretene Gattung bietet uns verschiedene interessante Verhältnisse.

Blatt: Die Epidermiszellen der Blattoberseite mit stark verdickten, convex nach aussen gebogenen Aussenwänden sind etwas tangential gestreckt, besitzen, auf der Flächenansicht gesehen, polygonalen Umriss und werden hin und wieder von schwach wellig gebogenen, wenig knotig verdickten Seitenwänden begrenzt, die der Unterseite dagegen sind mehr oder weniger quadratisch und es tritt bei ihnen der buchtig-wellige Umriss hervor. Die Innenwände der Epidermiszellen sind ebenfalls etwas verdickt, die Seitenwände dagegen dünn. Cuticularschichten sind nicht entwickelt. Unter der sehr starken Epidermis des Mittelnerven fand ich ein drei- bis fünfschichtiges, den Umfang des Nerven umlaufendes, aus stark collenchymatisch verdicktem Gewebe bestehendes Hypoderm entwickelt, das an den Stellen abbricht, wo das Palissadengewebe des Blattes ansetzt. Dieses Hypo-

derm führt die Verdickungen besonders an den Tangentialwänden, während die Radialwände ziemlich verschont bleiben, wodurch das Auge den Eindruck gewinnt, als ob unter der Epidermis parallel zu ihr Leisten gezogen wären.

Beiderseits finden wir starke Behaarung, sodass das Blatt sich sammetartig, filzig und zugleich infolge der ein klebendes Secret secernierenden Drüsenhaare stark klebrig anfühlt. Es sind einfache Gliederhaare und kleine wie auch grosse, ja oft mächtige Drüsenhaare. Erstere besitzen einfachen Fuss, sind ein- bis zweizellig, mit sehr starker Aussenwand und ziemlich dicker Querwand, die oft wulstartige, kräftige Verdickungen zeigt, wodurch förmliche Kanäle entstehen. Sie führen protoplasmatischen Inhalt mit wunderbar deutlichem Zellkern, laufen spitz zu und sind in der Spitze etwas verdickt. Ihre Cuticula ist glatt, das Lumen weit. Die grossen Drüsenhaare sind bis fünfzellig, mit kräftigen Aussen- und Querwänden, ein- bis zweizelligem, ja oft dreizelligem Fuss. Ihr Köpfchen ist ebenso wie das der kleinen Drüsenhaare zweizellig. Letztere besitzen bauchigen Basalteil.

Die Spaltöffnungen kommen nur auf der Blattunterseite vor, besitzen ebenständige Schliesszellen und sind gleichmässig über das Blatt verteilt.

Der Blattbau ist bifacial mit sehr schön ausgebildeten, ein- bis zweireihigen Palissaden, deren Zellen dünnwandig, schlauchförmig und deutlich gegen das lockere, aus runden Zellen bestehende lacunöse Schwammparenchym abgegrenzt sind. Hier beobachtete ich auch typisch entwickelte Sammelzellen und in geringer Menge Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk.

Der Mittelnerv geht mit mässig grosslumigem, dünnwandigem oder eckigem, kleinere Intercellularräume führendem, von zahlreichen Kristallen durchsetztem Parenchym durch. Die Seitennerven dagegen sind eingebettet. Von den Nerven treten nur der Mittelnerv und die primären Seitennerven etwas stärker hervor. Die Gefässbündel der Mittelnerven werden nicht von einem spezifisch mechanischen Gewebe umgeben, sondern das Parenchym ist

im Umkreis derselben nur etwas englumiger und eine Spur dickwandiger; allerdings häufen sich die Kristalle hier so sehr, dass man annehmen darf, dass diesen Zellen die Aufgabe mechanischen Schutzes zufällt. Die Kristalle bestehen aus oxalsaurem Kalk. Einzelkristalle sowohl, in schönster Ausbildung aus dem tetragonalen und monoklinen System, als auch Drusen, von denen *Kohl* pag. 29 seines Werkes „Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Kalksalze und Kieselsäure in den Pflanzen" sagt: „Paulownia imperialis eignet sich in übersichtlicher Weise zur Verfolgung der Bildung tetragonaler Drusen." Diese Bemerkung *Kohl's* möchte ich noch dahin erweitern, dass P. i. sich überhaupt ganz vorzüglich zum Studium der Einzelkristalle und Kristallformen eignet, die in überaus vollkommener Weise ausgebildet werden. Die Elemente des sichelförmigen Gefässbündels sind in Radialreihen angeordnet, die durch parenchymatische Zellen mit einander verbunden werden. Die Siebröhren sind mit braunem Schleim erfüllt.

Achse: Dieselbe fehlte mir. Ich entnehme über den Bau derselben *Möller's* „Anatomie der Baumrinden" folgendes:

Die primäre Rinde ist dünnwandig, nur in den äussersten Lagen schwach collenchymatisch. Zwischen den in mächtigen Bündeln auftretenden primären Bastfasern tritt eine Sclerosierung des Parenchyms ein und hier finden sich in ziemlich grosser Menge Kristallzellen mit Einzelkristallen, die in den äusseren Rindenteilen fehlen. Es kommt nicht zur Bildung eines geschlossenen Ringes.

In der secundären Rinde fehlen Sclerenchymfasern vollständig. An ihre Stelle tritt sclerotisches Parenchym in rundlichen oder tangential, vorherrschend axial gestreckten Gruppen. Die Steinzeilen sind klein, fast vollständig verdickt, geschichtet und reichporig, hie und da einen Kristall einschliessend.

Die Markstrahlen sind meist zweireihig, nicht sclerotisch und kristallfrei.

Gattung No. 38. Chelone.

Von dieser kleinen, nach *Bentham* und *Hooker* aus drei Arten bestehenden Gattung hatte ich nur eine Art Chelone glabra L., zur Untersuchung bekommen können. Sie zeigt keine besonderen anatomischen Merkmale, durch die sie sich von anderen Scrophulariaceen-Gattungen unterscheiden könnte. Die Achse stand mir nicht zur Verfügung, sodass mich damit begnügen muss, die anatomischen Verhältnisse des Blattes zu erläutern.

Die Epidermiszellen zeigen bei der Flächenansicht auf der Oberseite einen polygonalen, auf der Unterseite einen schwach undulierten Umriss. Ihre sehr stark verdickten Aussenwände besitzen Cuticularschichten, die bei den Mittelnerven kräftig in die Wand einspringen. Knotige Verdickungen treten nur schwach auf.

Die beiderseits zahlreich auftretenden Spaltöffnungen sind schmal- bis breitelliptisch und ebenständig.

Der Blattbau ist bifacial. Das Palissadengewebe gliedert sich in vier bis fünf Schichten und ist nicht scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt, da dessen Zellen allermeist palissadenartig entwickelt und gestreckt sind. Überall im Mesophyll tritt Carotin auf.

Von den Gefässbündeln werden diejenigen der Mittel-, primären und secundären Seitennerven von Collenchym umgeben, das jedoch der Oberseite der secundären Gefässbündel fehlt. Sämtliche Nerven werden von einer stärkeführenden Schutzscheide umgeben. Bei den Mittelnerven reicht dieselbe nicht vollständig herum, sondern umgibt das Gefässbündel nur sichelförmig, da dasselbe mit dem auf der Oberseite entwickelten Hypoderm durch seinen Collenchymbeleg in Verbindung steht, der Mittelnerv also nach der Oberseite mit dem Hypoderm durchgeht. Dieses Hypoderm besteht aus grosslumigem, ausserordentlich verdicktem Gewebe ohne Intercellularräume, das durch tangentiale Teilungen seiner Zellen ein charakteristisches Aussehen erhält. Das Durchgangsgewebe der Unterseite besteht aus grosslumigen, mässig dick-

wandigen Zellen mit grossen Intercellularräumen. Sämtliche Seitennerven sind eingebettet.

Die Haarbildung ist nicht bedeutend. Sie wird von kleinen, einzelligen, sitzenden Drüsenhaaren mit kleinem, zweizelligem Köpfchen gebildet.

Gattung No. 39. Pentastemon.

Was diese Gattung charakterisiert und von mir bei keiner anderen der Scrophulariaceen gefunden wurde, sind einzellige, vielfach keulenartig entwickelte Borstenhaare mit sehr dicker Aussenwand, gekörnelter cuticula, kleinem Lumen und meist ohne besonders abgegliederten Fuss. Sie sind bei einzelnen der untersuchten Arten weniger zahlreich vorhanden, fehlen aber doch keiner einzigen. Im übrigen zeigen die Pentastemons folgende anatomische Verhältnisse:

Blatt: Die Epidermiszellen bieten auf der Flächenansicht der Oberseite einen polygonalen Umriss dar, bei P. Torreyi und P. Jeffreyanum mit Tendenz zum buchtig-welligen; auf der Unterseite zeigen sie buchtig- oder faltig-welligen Umriss. Auffallend ist der fast polygonale Bau der Epidermiszellen der Blattunterseite von P. Torreyi, wo die polygonale Art der Zellen mehr und schärfer ausgeprägt ist als auf der Oberseite. Bei allen Arten besitzen die Epidermiswände stark knotige, wulstartige Verdickungen, sodass förmliche Kanäle entstehen; bei buchtig- oder faltig-welligem Bau treten die Wülste mehr an der convexen Seite der Windungen auf und erzeugen dort oft mächtige Höcker. Die Aussenwände sind mehr oder weniger stark verdickt, an den Nerven vielfach Cuticularschichten entwickelt, die gewöhnlich zapfenartig in die Aussenwand einspringen.

Die Epidermis der Mittelnerven wird von einem Hypoderm auf Ober- und Unterseite begleitet; auf der Unterseite stets einschichtig, auf der Oberseite mehrschichtig. Im ersten Falle besteht dasselbe aus verdickten, der Epidermis sehr ähnlichen Zellen, im zweiten

Falle aus sehr stark verdickten Zellen, die bei zwei der untersuchten Arten mit dem collenchymatischen Beleg der Gefässbündel-Oberseite correspondieren.

Beiderseits finden sich sehr zahlreiche, meist elliptische Spaltöffnungen; dieselben sind ebenständig, mit Ausnahme von P. acuminatus, dessen Spaltöffnungen zum Teil eben-, zum Teil oberständig sind und P. gracile und P. pubescens mit nur oberständigen Spaltöffnungen.

Im Blattbau überwiegt hinsichtlich der Artenzahl der bifaciale Charakter; nur bei zwei Arten beobachtete ich infolge palissadenartiger Entwicklung der Schwammgewebezellen eine ausgesprochene Anlehnung an den isolateralen. Und endlich bei P. acuminatus verschwand das Palissadengewebe vollständig und nur noch an den Blatträndern erinnerten die Zellen des Mesophylls etwas an die Palissadenform.

Zahlreiche Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk beobachtete ich im Mesophyll von P. Digitalis, P. gracilis, P. acuminatus und P. pubescens, und bei denselben Arten, mit Ausnahme von P. pubescens auch in Begleitung der Gefässbündel, hier allerdings in geringer Menge.

Sämtliche Mittel- und primären Seitennerven gehen mit Parenchym durch, ausgenommen die Mittelnerven von P. glandulosus und P. Torreyi und die Seitennerven erster Ordnung von P. confertus und P. barbatus. Bei den ersteren zwei Arten stehen die collenchymatischen Belege der Gefässbündeloberseite mit dem collenchymatischen Hypoderm der Blattoberseite in Verbindung, sodass sie also nach der Oberseite mit Collenchym durchgehen. Die Seitennerven der beiden letzten Arten sind sämtlich eingebettet, also auch die primären.

Das Verstärkungsgewebe der Gefässbündel zeigt bei den verschiedenen Arten eine verschiedene Ausbildung; entweder besteht dasselbe nur aus Collenchym oder aus solchem mit eingestreuten Sclerenchymfasern. Eine ganz eigentümliche Erscheinung zeigt uns das Gewebe des Gefässbündels im Mittelnerv von P. confertus: Das Gefässbündel wird auf der Unterseite von einem collen-

chymatischen Beleg umgeben, der nur etwa $^3/_5$ des Umfangs einnimmt. Rechts und links davon, also die übrigen $^2/_5$ ausfüllend, finden sich Bastzellbänder. Übrigens finden sich auch in der Collenchymzone einzelne Sclerenchymfasern. Der Oberseite fehlen die Bastelemente stets.

Auch die Ausbildung des Verstärkungsgewebes bei den Seitennerven bietet höchst interessante Verhältnisse dar. Auch hier können wir eine Trennung vornehmen und zwar in Nerven mit Verstärkungsgewebe und solche ohne dasselbe. Es werden dies im ersten Falle vor allem die primären Seitennerven sein, die wir weiter einteilen können in solche, die Collenchym mit Bast, und solche, die Collenchym ohne Bast führen. P. confertus nimmt auch hier wieder eine Sonderstellung, indem es auf der Unterseite blos geschlossene Bastzellbänder ohne Collenchym führt. Die Nerven zweiter und dritter Ordnung sämtlicher untersuchten Arten führen kein Verstärkungsgewebe, wieder mit Ausnahme von P. confertus, das auf der Unterseite vereinzelte Bastzellen führt.

Eine Schutzscheide traf ich nicht bei sieben der untersuchten Arten: bei P. acuminatus, P. gracilis, P. ovatus fehlt sie nur den Mittelnerven; bei den primären Seitennerven der letztgenannten Arten macht sich schon eine kreisförmige Anordnung der Zellen um das Gefässbündel bemerkbar, und bei den eingebetteten Nerven ist dies ebe ganz charakteristisch und schön ausgebildet. Die Zelllage, die das Gefässbündel des Mittelnerven umgibt, ist in den meisten Fällen mit Stärke gefüllt, im Gegensatz zum Durchgangsgewebe. Wir dürfen sie deshalb, trotzdem ihr die charakteristische Form der Endodermis fehlt, doch als solche auffassen. Ich werde unten in den Diagnosen der einzelnen Arten von einer Schutzscheide nur dann sprechen, wenn sie typisch ausgebildet ist. Auch die Schutzscheiden der primären und anderen Seitennerven führen Stärke.

Haare finden sich beiderseits, in der Regel nur wenig zahlreich; nur bei P. Digitalis und P. Cobaea bemerkte ich eine Verteilung auf verschiedene Blattseiten

und Gegenden. Die einfachen, borstigen Haare fehlen den Blättern vielfach, doch traf ich sie stets bei der Achse an. Ausser ihnen fand ich bei zwei verschiedenen Arten noch ein bis zwei Formen von Drüsenhaaren: ein- bis mehrzellige, weitlumige mit zweizelligem Köpfchen, und kleine, sitzende mit ebenfalls zweizelligem Köpfchen.

Achse: Die durchwegs runden Stengel führen Spaltöffnungen, mit Ausnahme von P. barbatus, die alle parallel zur Stengelachse liegen. In allen Fällen finden sich die charakteristischen Borstenhaare mit oder ohne Begleitung von Drüsenhaaren. Die Aussenwände der einschichtigen Epidermis sind stets stark verdickt, mit oft erheblichen Cuticularschichten, die zapfenartig in die Wand einspringen.

Das Rindenparenchym ist mehr oder weniger stark verdickt und zeigt vielfach radiale Teilungen. Die Schutzscheide fehlt sämtlichen untersuchten Arten. Ausserhalb des Phloems liegen einzelne Bastzellen oder mehr oder weniger grosse Gruppen solcher, vielfach Bänder bildend. Wo die Bastzellen vereinzelt oder in kleineren Gruppen auftreten, da umläuft vielfach eine continuierliche, mehrschichtige Zone stark verdickter, schmaler, tangential gestreckter Zellen das Phloem, zwischen denen die einzelnen Sclerenchymelemente zerstreut liegen oder durch die die einzelnen Gruppen mit einander verbunden werden.

Bei P. acuminatus und P. Cobaea wird das Phloem an verschiedenen Stellen von dickwandigem, parenchymatischen Gewebe durchsetzt, welches eine Verbindung des Xylems mit dem Rindenparenchym übernimmt. Durch dieses dickwandige Gewebe entstehen einzelne Phloemgruppen, welche wirklichen Inseln zu vergleichen sind. Vor jeder solchen Insel liegt eine Bastzellgruppe, sodass sie nach aussen hin von Bast, nach innen zu von Xylem und zu beiden Seiten von dem dickwandigen Gewebe begrenzt werden. Bei P. acuminatus treten diese Verhältnisse weit seltener auf, weil die Bastbänder eine weit grössere Ausdehnung als bei P. Cobaea be-

sitzen und ferner das Phloem nicht überall da absetzt, wo der Bastbeleg aufhört, sondern sich auch da vielfach ununterbrochen fortsetzt, sodass die abgesetzten Phloemgruppen auch nicht mehr mit vollkommenen Inseln zu vergleichen sind. Ich möchte Halbinsel für den geeignetsten Ausdruck halten.

Das Mark ist meist dünnwandig, niemals stark verdickt und führt keine Kristalle. Die Zellen des Markes von P. confertus liegen rosenkranzartig zusammen und lassen grosse Lufträume zwischen sich. Andeutungen von Markstrahlen sah ich bei P. Jeffreyanum und P. glandulosus, indem radial gestreckte, getüpfelte Zellen zwischen den Elementen des Xylems sich mehr oder weniger lang fortsetzen, sich stets aber noch im Holze verlieren, ehe sie zur Peripherie desselben gelangen. Typische Markstrahlen fand ich nur bei P. Torreyi und zwar dünnwandig und einreihig.

Pentastemon acuminatus Dougl.

Epidermiszellen auf der Oberseite polygonal — auf der Unterseite buchtig-wellig — Cuticularschichten an den Nerven vorhanden — auch die Seiten- und Innenwände verdickt.

Hypoderm auf Unterseite ein-, auf Oberseite zweischichtig.

Spaltöffnungen entsprechen dem Gattungstypus — eben- und zum Teil oberständig.

Blattbau fast homogen centrisch.

Palissaden undeutlich — fast vollständig zurücktretend.

Mesophyll aus rundlichen Zellen — ziemlich fest.

Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven mit grosslumigem, dünnwandigem Parenchym durchgehend — Verstärkungsgewebe der Mittelnerven aus Collenchym mit Sclerenchymfasern — der Seitennerven ohne dieselben.

Schutzscheide bei den Mittelnerven nicht hervortretend — deutlich bei den Seitennerven.

Kristalle reichlich im ganzen Mesophyll — in Begleitung der Gefässbündel etwas zurückgehend.

Haare: Dreierlei Formen — Borstenhaare und Drüsenhaare, solche mit einzelligem Stiel und zweizelligem Köpfchen, als auch sitzende mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: Behaarung wie beim Blatt — Rindenparenchym mässig dick, ohne radiale Teilungen — Hartbast in Form mehr oder weniger langer Bänder — Phloem-Inselbildung durch sich dazwischen schiebendes dickwandiges Gewebe seltener.

Pentastemon Torreyi.

Epidermiszellen polygonal und buchtig-wellig — Cuticularschichten an den Nerven entwickelt.

Hypoderm auf der Unterseite einschichtig — auf der Oberseite mehrschichtig und mit dem Collenchym des Gefässbündels correspondierend.

Spaltöffnungen ebenständig.

Blattbau bifacial — mit vielfachen Anlehnungen an den isolateralen.

Palissadengewebe drei- bis fünfschichtig.

Schwammgewebe aus rundlichen oder palissadenartig gestreckten Zellen bestehend — ziemlich locker.

Gefässbündel der Mittelnerven nach der Unterseite mit etwas dickwandigerem Parenchym, nach der Oberseite mit starkem Collenchym durchgehend — ohne Schutzscheide.

Gefässbündel der primären Seitennerven durchgehend mit Collenchymbeleg — ohne Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare — zwei verschiedene Formen: Borstenhaare und kleine sitzende Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: Behaarung wie beim Blatt — Rindenparenchym dickwandig mit zahlreichen radialen Teilungen — Hartbast zu einzelnen Zellen zwischen dem das Phloem ringförmig umlaufenden collenchymatischen Gewebe verteilt.

Pentastemon Cobaea Nutt.

Epidermiszellen auf der Oberseite polygonal — auf der Unterseite buchtig-wellig — Aussenwände zeigen an den Nerven Cuticularschichten — auch die Seitenwände verdickt.

Hypoderm auf der Unterseite einschichtig — auf der Oberseite zweischichtig.

Spaltöffnungen entsprechend dem Gattungscharakter — ebenständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe dreischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen bestehend — locker.

Gefässbündel durchgehend Verstärkungsgewebe der Mittelnerven auf der Unterseite aus Collenchym mit Bastzellen, der Seitennerven aus Collenchym ohne Bast.

Kristalle fehlen.

Haare: dreierlei Formen — Borstenhaare — Drüsenhaare mit einzelligem Stiel und zweizelligem Köpfchen und kleine sitzende mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: Behaarung: nur Borstenhaare — Rindenparenchym dickwandig ohne radiale Teilungen Hartbast in Form isolierter, grösserer oder kleinerer Gruppen oder mehr oder weniger langer Bänder Phloem-Inselbildung häufig.

Pentastemon Digitalis Nutt.

Epidermiszellen auf der Oberseite polygonal auf der Unterseite faltig-wellig an den Nerven stärkere Cuticularschichten entwickelt — Innenwände dick.

Hypoderm auf der Oberseite zweischichtig auf der Unterseite einschichtig.

Spaltöffnungen ebenständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig nicht sehr scharf gegen das feste Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus runden oder tangential gestreckten Zellen — ziemlich fest.

Gefässbündel durchgehend — mit Verstärkungsgewebe aus Collenchym und Bastzellen.

Kristalle reichlich im Mesophyll — weniger zahlreich in der Umgebung der Gefässbündel.

Haare — zwei Formen — auf der Oberseite nur Drüsenhaare — auf der Unterseite ausserdem noch Borstenhaare.

Achse: Behaarung wie beim Blatt — Rindenparenchym dickwandig, ohne radiale Teilungen — Hartbast in einzelnen Gruppen.

Pentastemon pubescens Soland.

Epidermiszellen auf der Oberseite polygonal — auf der Unterseite buchtig-wellig — Cuticularschichten nicht auffallend stark — Seitenwände nur wenig verdickt.

Hypoderm beiderseits einschichtig.

Spaltöffnungen entsprechend dem Gattungstypus — oberständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe dreischichtig — schlauchförmig oder rundlich, kürzer und dick und trotzdem scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt, da dieses aus tangential gestreckten Zellen besteht.

Schwammgewebe ziemlich fest.

Gefässbündel durchgehend — Verstärkungsgewebe bei den Mittelnerven Bastzellen führend — ohne Schutzscheide.

Kristalle nur im Mesophyll.

Haare — zwei verschiedene Formen — nur kleinere und grössere Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: Nur Borstenhaare — Rindenparenchym dickwandig, ohne radiale Teilwände — Hartbast in Form grösserer und kleinerer Gruppen oder längerer, sichelförmiger Bänder.

Pentastemon gracilis Nutt.

Epidermiszellen auf der Oberseite polygonal — auf der Unterseite faltig-wellig — Cuticularschichten nur mässig entwickelt — auch die Seitenwände dick.

Hypoderm auf der Unterseite ein-, auf der Oberseite zweischichtig.

Spaltöffnungen dem Gattungstypus entsprechend — oberständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig — meist kurz, nicht schlauchförmig — doch deutlich vom Schwammgewebe unterschieden.

Gefässbündel durchgehend — Verstärkungsgewebe aus Collenchym und Bast — Schutzscheide nur angedeutet.

Kristalle zahlreich im Mesophyll — in Begleitung der Gefässbündel nur vereinzelt.

Haare: zwei Formen — wie bei P. pubescens Soland.

Achse: Behaarung: Drüsen- und Borstenhaare — Rindenparenchym mässig dickwandig mit vielfachen, radialen Teilungen — Hartbast in Form einzelner grösserer und kleinerer Gruppen oder sichelförmiger Bänder.

Pentastemon confert. Dougl.

Epidermiszellen auf der Oberseite polygonal — auf der Unterseite buchtig-wellig — Cuticularschichten nicht auffallend stark entwickelt — Innenwände sehr dick.

Hypoderm unterseits ein-, oberseits zweischichtig.

Spaltöffnungen ebenständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen bestehend — locker.

Gefässbündel durchgehend — Verstärkungsgewebe der Unterseite aus Collenchym mit Bast.

Seitennerven erster Ordnung eingebettet — Verstärkungsgewebe aus geschlossenen Bastzellbändern auf der Unterseite — sekundäre Seitennerven mit vereinzelten Sclerenchymfasern — ohne Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare: nur Borstenhaare.

Achse: Nur Borstenhaare — Rindenparenchym dickwandig mit sehr zahlreichen, radialen Teilwänden — einzelne Zellen oder nur sehr kurze Bänder von Sclerenchymfasern, die einzelnen Gruppen durch stark verdickte, tangential gestreckte Zellen verbunden — Mark sehr locker, von grossen Luftkanälen durchzogen.

Pentastemon ovatus Dougl.

Epidermiszellen auf der Oberseite polygonal — auf der Unterseite faltig-wellig.

Aussenwand mit mächtigen Cuticularschichten — Seitenwände dünn.

Hypoderm wie bei der vorhergehenden Art.

Spaltöffnungen entsprechend dem Gattungscharakter — ebenständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe sehr locker — aus runden oder tangential gestreckten Zellen bestehend — mit mehr oder weniger deutlicher Schichtenbildung.

Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven auf der Unterseite von Collenchym mit einzelnen Bastzellen umgeben — mit Parenchym durchgehend.

Gefässbündel sämtlicher übrigen Nerven ohne Verstärkungsgewebe — mit Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare: Borstenhaare und kleine, sitzende Drüsenhaare.

Achse: Behaarung wie beim Blatt — Rindenparenchym dickwandig mit zahlreichen, radialen Teilungen —

Hartbast aus vereinzelten Zellen, die in der das Phloem ringförmig umlaufenden Zone collenchymatischer Zellen zerstreut liegen.

Pentastemon barbatus Nutt.

Epidermiszellen auf der Oberseite polygonal — auf der Unterseite buchtig-wellig mit Tendenz zum polygonalen Umriss — bei den Mittelnerven durch senkrecht zur Oberfläche auftretende Zwischenwände vielfach noch einmal geteilt.

Hypoderm unterseits ein-, oberseits zweischichtig.

Spaltöffnungen ebenständig — im übrigen wie der Gattungscharakter.

Blattbau bifacial — mit vielfachen Anklängen an den isolateralen.

Palissadengewebe drei- bis vierschichtig.

Schwammgewebe aus palissadenartigen und rundlichen Zellen bestehend — locker.

Gefässbündel der Mittelnerven von Collenchym umgeben — durchgehend.

Gefässbündel der Seitennerven erster Ordnung auf der Unterseite mit Collenchym — eingebettet - mit Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare: Borstenhaare und kleine, sitzende Drüsenhaare.

Achse: Behaarung wie beim Blatt — Rindenparenchym dickwandig mit radialen Teilwänden — Hartbast aus vereinzelten Zellen, in dem das Phloem ringförmig umlaufenden Gewebe stark verdickter Zellen zerstreut.

Pentastemon glandulosus Lindl.

Epidermiszellen der Oberseite mit polygonalem der Unterseite mit faltig-welligem Umriss Cuticularschichten entwickelt — auch die Innenwand stark.

Hypoderm der Unterseite einschichtig, der Ober-

seite dagegen mehrschichtig und mit dem Collenchymbeleg der Gefässbündel in Verbindung stehend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig — nicht sehr scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe ziemlich fest — aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen.

Gefässbündel der Mittelnerven von Collenchym umgeben — nach der Unterseite mit Parenchym, nach der Oberseite mit dem collenchymatischen Hypoderm durchgehend.

Gefässbündel der primären Seitennerven mit Collenchymbeleg — durchgehend — ohne Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare: sitzende Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: nur Borstenhaare — Rindenparenchym dickwandig mit vereinzelten, radialen Teilungen — Hartbast in Form einzelner Gruppen.

Pentastemon Jeffreyanum.

Epidermiszellen der Oberseite polygonal — der Unterseite buchtig-wellig — die sehr dicken Aussenwände nur an den Mittelnerven cuticularisiert — auch die Seitennerven etwas verdickt.

Hypoderm auf Ober- und Unterseite zweischichtig.

Spaltöffnungen ebenständig — sonst wie der Gattungscharakter.

Blattbau bifacial — mit vielfacher Anlehnung an den homogen centrischen.

Palissadengewebe dreischichtig.

Schwammgewebe aus rundlichen oder meist tangential gestreckten Zellen bestehend — ziemlich fest.

Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven von Collenchym umgeben — mit Parenchym durchgehend — ohne Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare fehlen.

Achse: Nur Borstenhaare — Rindenparenchym dickwandig mit radialen Teilungen — Hartbast in Form grösserer und kleinerer Gruppen.

Es ist nicht möglich, auf Grund dieser anatomischen Ergebnisse die Einteilung, wie sie in *De Candolle's* Prodromus für die Gattung Pentastemon gegeben ist, beizubehalten. Ich habe versucht, für die von mir untersuchten Arten einen „anatomischen Schlüssel" aufzustellen, was sich auch ganz ungezwungen verwirklichen lässt.

Anatomischer Schlüssel für die Gattung Pentastemon.

A. Verstärkungsgewebe der Mittelnerven aus Collenchym ohne Sclerenchymelemente.

I. Blattbau rein bifacial.

a. Mit Borsten- und Drüsenhaaren: **Pentastemon barbatus.**

b. Nur Drüsenhaare: **Pentastemon glandulosus.**

II. Blattbau bifacial, mit Anklang an den isolateralen: **Pentastemon Torreyi.**

III. Blattbau bifacial, mit Anklang an den homogen centrischen: **P. Jeffreyanum.**

B. Verstärkungsgewebe der Mittelnerven aus Collenchym mit Sclerenchymelementen.

I. Im Mesophyll keine Oxalatkristalle.

Primäre Seitennerven mit Collenchym, ohne Bast: **P. Cobaea.**

Primäre Seitennerven mit Collenchym und Bast: **Pentastemon ovatus.**

Primäre Seitennerven mit Bast ohne Collenchym: **P. confertus.**

II. Im Mesophyll Oxalatkristalle
  a. Blatt fast centrisch: **Pentastemon acuminatus.**
  b. Blatt rein bifacial:
    1. Kristalle nur im Mesophyll: **Pentastemon pubescens.**
    2. Kristalle sowohl im Mesophyll, als auch in Begleitung der Nerven.
      a. Spaltöffnungen ebenständig: **Pentastemon Digitalis.**
      β. Spaltöffnungen oberständig: **Pentastemon gracilis.**

Tribus Manuleae.

Gattung No. 52. Zaluzianskia.

Von dieser im Kaplande und den angrenzenden Gebieten einheimischen Gattung stand mir nur eine Art, nämlich Zaluzianskia lychnidea Benth. zur Verfügung. Besonders hervorstechende anatomische Verhältnisse bietet diese Art eigentlich nicht, wenn man davon absieht, dass die Epidermiszellen bei den Mittelnerven vielfach papillenartig ausgezogen sind. Ich gehe deshalb sogleich zur Beschreibung der bei dieser Art aufgefundenen anatomischen Verhältnisse über, bemerke aber dabei, dass diese Gattung durch sechzehn Arten vertreten ist und deshalb nicht entschieden werden kann, in wie weit die einzelnen Merkmale Gattungswert haben oder nicht.

Blatt: Die Epidermiszellen besitzen stark verdickte Aussenwände mit ziemlich kräftiger cuticula; sie erscheinen auf der Flächenansicht oberseits von polygonalem oder buchtig-welligem Umriss, von diesem stets auf der Unterseite. Die Aussenwände sind convex nach aussen gebogen, die Zellen sehr unregelmässig, bald quadratisch, bald gestreckt, bald palissadenartig; die Seitenwände sind etwas dünner und dort, wo sie an die Aussenwände

ansetzen, machen sich kräftige Verdickungen bemerkbar. Auch die Innenwände sind sehr stark.

Auf der Unterseite der Mittelnerven macht sich ein mehrschichtiges, kräftiges, aus Collenchym bestehendes Hypoderm bemerkbar. Dasselbe umläuft die ganze Unterseite des Nerven und hört beim Beginn des Mesophylls auf.

Spaltöffnungen kommen sowohl auf Unter- als auch auf Oberseite vor, sind schmal- bis breitelliptisch und ebenständig.

Im Blattbau macht sich vollständig der homogen centrische Charakter bemerklich. Das Mesophyll besteht aus rundlichen Zellen, wird von grösseren Intercellularräumen durchsetzt und ist deshalb ziemlich locker.

Den Gefässbündeln fehlt ein Verstärkungsgewebe vollständig. Dasselbe ist auch sofort verständlich, wenn wir erfahren, dass das Durchgangsgewebe der Mittelnerven aus sehr starkem Collenchym besteht und die Seitennerven sämtlich eingebettet liegen. Das Collenchym ist auf der Oberseite nur eine, auf der Unterseite dagegen mehrere Zelllagen stark.

Die Haare treten zahlreich, besonders an den Blatträndern auf und gehören zum Typus der Glieder- und Drüsenhaare. Die ersteren sind teils einfache, teils vielzellige Haare, deren einzelne Glieder mehr oder weniger deutlich von einander abgesetzt sind, die letzteren einzellige, kleine Haare mit bauchigem Basalteil und zweizelligem Köpfchen.

Achse: Die zweikantige Achse trägt Spaltöffnungen, deren Spalte parallel der Stengelachse oder nach allen Richtungen orientiert sind. Die Behaarung ist dieselbe wie die des Blattes; bei den grossen Gliederhaaren sah ich das Lumen mit sphärokristallinischen Massen geradezu vollgepfropft. Die Kanten bestehen aus Collenchym. Schutzscheide und Bastelemente fehlen, dagegen ist das Rindenparenchym gegen das Phloem zu etwas collenchymatisch ausgebildet. Der geschlossene Holzkörper wird von einreihigen Markstrahlen durchzogen, er umschliesst ein dünnwandiges Mark.

Tribus Gratioleae.

Gattung No. 62. Mimulus.

Ein durchgehendes anatomisches Merkmal, das geeignet wäre, sie anderen Gattungen der Scrophulariaceen gegenüber auszuzeichnen, fehlt dieser Gattung vollständig; Dagegen zeigen die einzelnen Arten die verschiedensten Verhältnisse, durch die es uns ein leichtes wird, sie von einander zu unterscheiden und zugleich das von *Bentham* im Prodromus gegebene System beizubehalten und in seinem Werte durch die Anatomie zu erhöhen. Ehe ich zur Artdiagnose übergehe, möchte ich einen kurzen Überblick über die einzelnen Verhältnisse bei den verschiedenen Arten geben. Untersucht habe ich fünf Arten, die sich in der Weise auf die verschiedenen §§ der Gattung Mimulus (nach dem Prodromus) verteilen, dass die drei ersten vertreten sind, während der vierte leer ausging.

Die Epidermiszellen zeigen, M. ringens und M. cupreus ausgenommen, überall einen polygonalen Umriss und neigen in ihren Wandungen wenig zu Verdickungen. Die Cuticula ist gewöhnlich glatt und zart, nur bei Mimulus ringens etwas kräftiger.

Hypodermbildung habe ich nur bei den Mittelnerven von Mimulus ringens in geringer Ausbildung wahrgenommen. Die Zellen der Epidermis und der darunterliegenden Zellreihe sind an den zusammenstossenden Ecken schwach verdickt; eine ähnliche Erscheinung tritt auf der Unterseite des Mittelnerven von M. cardinalis hervor.

Die Spaltöffnungen sind schmal- bis breitelliptisch, ebenständig. Bei drei der untersuchten Arten treten sie beiderseits zahlreich auf, bei M. ringens mit besonderer Bevorzugung der Unterseite; endlich fehlen sie ganz der Oberseite von M. moschatus.

Im Blattbau herrscht, mit Ausnahme von M. moschatus, der bifaciale Charakter vor und zwar ist das

Palissadengewebe meist einschichtig und nur bei M. ringens fällt dasselbe nie unter zwei Schichten. Wo sich in den unten anschliessenden Artdiagnosen „ein- bis zweischichtiges Palissadengewebe" verzeichnet findet, ist diese zweite Zellschicht typisch ausgebildet, wenn sie selbst auch nur vereinzelt auftritt; denn in den meisten Fällen ist wohl eine Zellreihe vorhanden, deren Zellen kurzgliedrig und dick sind, dem Palissadengewebe sehr ähneln, ohne jedoch auf den Namen „Palissaden" Anspruch machen zu können. Der letztere Fall findet sich besonders bei M. cupreus, bei der das Schwammgewebe unter dem Palissadengewebe fest ist und erst allmählich nach der Epidermis zu lockerer und hier schliesslich von mächtigen Luftkanälen durchsetzt wird.

Im Mesophyll beobachtete ich Carotin-Kristalle bei M. luteus.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven sind bei sämtlichen Arten durchgehend. Das Verstärkungsgewebe besteht gewöhnlich nur aus Zellen, die sich von dem sehr dünnwandigen, grosslumigen Durchgangsgewebe durch kleines Lumen und schwache Verdickung der Wände auszeichnen. Bei M. cardinalis sehen wir dieses Gewebe collenchymatisch werden. Bei M. ringens tritt kein bandförmiger Beleg mehr auf, sondern das Verstärkungsgewebe besteht aus Sclerenchymfasern, die entweder einzeln oder als kürzere Bänder auftreten.

Haarbildung tritt, mit Ausnahme von M. ringens bei allen Arten auf und zwar sind es ausschliesslich Drüsenhaare, die ich beobachtet habe: Mehrzellige grosse Haare mit ein- bis zweizelligem Köpfchen und kleine, sitzende mit vierzelligem Köpfchen.

Achse: Wie schon beim Blatte, so nimmt, wie aus dem folgenden hervorgeht, M. ringens auch bei der Achse eine Sonderstellung ein.

Der Stengel ist bei sämtlichen Arten rund und trägt Spaltöffnungen. Die polygonalen Zellen zeigen nur bei M. ringens knotige Verdickungen. Unter dem meist dünnwandigen, nur bei M. ringens, von grossen Luft-

kanälen durchzogenen Rindenparenchym liegt eine Endodermis, die meist einschichtig und mehr oder weniger typisch ausgebildet ist. Sclerenchymfasern fehlen entweder vollständig oder bilden kleinere und grössere Gruppen. Bei M. ringens liegen im Umkreis des Phloems „gemischte" Sclerenchymgruppen oder kürzere Bänder; dieselben bestehen aus Sclerenchymfasern und Brachysclereiden. Das Lumen der letzteren ist bis auf ein Minimum reduziert und die Wandung von kräftigen Tüpfelkanälen durchzogen.

Markstrahlen durchziehen ein- seltener zweireihig das Xylem.

Mimulus ringens L.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Hypoderm auf Ober- und Unterseite der Mittelnerven.

Spaltöffnungen beiderseits — mit besonderer Bevorzugung der Unterseite — sonst dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus tangential gestreckten Zellen bestehend — fest.

Gefässbündel durchgehend mit weitlumigem Parenchym — Verstärkungsgewebe der Mittelnerven aus Sclerenchymelementen, der primären Seitennerven aus schwach collenchymatischen Zellen bestehend.

Kristalle fehlen.

Haare fehlen.

Achse: Epidermiszellen polygonal, mit knotigen Verdickungen — Rindenparenchym dünnwandig mit rosenkranzartig angeordneten Zellen und mächtigen Lufträumen — Endodermis einschichtig — Gemischte Sclerenchymgruppen oder Bänder aus Bastzellen und Brachysclereiden bestehend. — Markstrahlen ein- bis zweireihig.

Mimulus cardinalis Dougl.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Hypoderm macht sich nur in schwacher Verdickung der Zellreihe unter der unteren Epidermis des Mittelnerven bemerkbar.

Spaltöffnungen beiderseits zahlreich — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe ein- und zweischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Gefässbündel durchgehend.

Verstärkungsgewebe bei Mittel-, primären und secundären Seitennerven aus collenchymatisch verdickten Zellen bestehend — mit Schutzscheide um die secundären und Nerven höherer Ordnung.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — eine Haarform — grosse, vielzellige Drüsenhaare.

Achse: Epidermiszellen polygonal ohne knotige Verdickungen — Rindenparenchym mässig dickwandig mit grösseren Intercellularräumen — Endodermis einschichtig — kleinere und grössere Gruppen von Sclerenchymfasern.

Mimulus luteus L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Hypoderm fehlt.

Spaltöffnungen beiderseits — wie der Gattungstypus.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus runden oder tangential gestreckten Zellen — locker.

Gefässbündel durchgehend.

Verstärkungsgewebe aus englumigen, etwas dickwandigen Zellen.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare beiderseits — die beiden Haarformen.

Achse: Epidermiszellen ohne knotige Verdickungen · Rindenparenchym dünnwandig mit grossen Intercellularräumen — Endodermis einschichtig · · Sclerenchymelemente fehlen.

Mimulus moschatus Dougl.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Hypoderm fehlt.

Spaltöffnungen nur auf der Unterseite — im übrigen dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau homogen centrisch.

Mesophyll aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen bestehend.

Gefässbündel durchgehend bei den Seitennerven macht sich eine kreisförmige Anordnung von Parenchymzellen um die Gefässbündel bemerkbar, ohne jedoch eine typische Schutzscheide darzustellen.

Verstärkungsgewebe der beiden Nerven aus englumigen, schwach verdickten Zellelementen.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — nur eine Haarform — vielzellige Drüsenhaare.

Achse: Epidermiszellen ohne knotige Verdickungen Rindenparenchym dünnwandig mit grossen Intercellularräumen — Endodermis einschichtig — Sclerenchymelemente fehlen.

Mimulus cupreus Hook.

Epidermiszellen oberseits polygonal mit Tendenz zum buchtig-welligen Bau — unterseits buchtig-wellig — mit knotigen Verdickungen besonders auf der Oberseite.

Hypoderm fehlt.

Spaltöffnungen beiderseits.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe ein- bis zweischichtig nicht scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen Zellen — unter dem Palissadengewebe diesem etwas ähnlich hier etwas fest, gegen die Epidermis zu sehr locker.

Gefässbündel durchgehend mit Verstärkungsgewebe aus englumigen, wenig verdickten Zellen bestehend.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — beide Haarformen.

Achse: Epidermiszellen ohne knotige Verdickungen — Rindenparenchym dünnwandig mit grossen Intercellularräumen — Endodermis ein- und zweischichtig ohne Sclerenchymelemente.

Wie sich also die einzelnen von mir untersuchten Mimulus-Arten in der Ausprägung ihres anatomischen Charakters unterscheiden, so lassen sie sich leicht in den im Prodromus aufgeführten §§ an den ihnen nach dieser Einteilung zufallenden Stellen unterbringen. Ich führe zur besseren Übersicht und Vergleichung der Übersicht nach den wichtigsten anatomischen Merkmalen mit der nach morphologischen Verhältnissen die Gliederung nach den verschiedenen §§, wie sie *Bentham* gegeben, auf:

§ 1. Erecti: Mimulus ringens
§ 2. Speciosi: Mimulus cardinalis
Mimulus luteus
§ 3. Teneri: Mimulus moschatus.

Nicht aufgenommen ist hier Mimulus cupreus Hook.

A. Verstärkungsgewebe der Nerven aus Bastelementen bestehend:

Mimulus ringens.

B. Verstärkungsgewebe der Nerven aus englumigen, schwach verdickten Zellelementen bestehend.

I. Spaltöffnungen beiderseits.

1. Mit Sclerenchymelementen im Umkreis des Phloems der Achse:

Mimulus cardinalis.

2. Ohne Sclerenchymelemente im Umkreis des Phloems der Achse:

Epidermiszellen oberseits polygonal:

Mimulus cupreus.

Epidermiszellen oberseits buchtig-wellig:

Mimulus luteus.

II. Spaltöffnungen nur auf der Unterseite

Mimulus moschatus.

Wie aus diesem „anatomischen Schlüssel" hervorgeht, vereinigen sich die §§ 2 und 3 des „morphologischen Schlüssels" unter B. Eigene Abteilungen für die beiden Paragraphen lassen sich nicht erzielen.

Gattung No. 63. Mazus.

Von dieser sehr kleinen Gattung lag mir nur Mazus Pumilio Lour. vor. Diese Art ergab nun vorzügliche Merkmale, in denen wir wertvolle Anhaltspunkte für ihre anatomische Charakteristik erblicken dürfen. Wieweit dies für die ganze Gattung gilt, vermag ich natürlich nicht zu beurteilen. Die Achse fehlte mir. Ich beginne sofort mit der Aufführung der einzelnen Verhältnisse.

Blatt: Die Epidermiszellen haben in der Flächenansicht einen buchtig-welligen Umriss und sind nur schwach knotig verdickt.

Die beiderseits vorkommenden Spaltöffnungen sind klein, schmal- bis breitelliptisch und ebenständig.

Der Blattbau ist bifacial: das Palissadengewebe bildet eine einzige, hohe Schicht, während sich das ziemlich feste Schwammgewebe aus rundlichen oder wenig ovalen, grossen Zellelementen zusammensetzt.

Die Mittelnerven sind von einem verstärkenden,

aus collenchymatischen Zellen bestehenden Gewebe umgeben; dasselbe führt auf der Unterseite auch einzelne Sclerenchymelemente. Sie sind durchgehend und zwar mit grosslumigem, dünnwandigem Parenchym, das gegen die Ober- und Unterseite zu immer kleiner und dickwandiger wird. Das Gewebe tritt beiderseits ziemlich gleich stark hervor, sodass die Blattlamina zu beiden Seiten an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen des eine vollkommen runde Scheibe bildenden Mittelnerven ansetzt. In der Mitte des Grundgewebes des Nerven liegt das kleine Gefässbündel, das samt seinem Verstärkungsgewebe von einer Schutzscheide umgeben ist. Diese unterscheidet sich von dem Durchgangsgewebe durch ihre Form und durch den grösseren Stärkegehalt. Die Seitennerven endlich führen collenchymatisches Gewebe nur auf der Unterseite, sind eingebettet und treten nicht hervor.

Kristalle fehlen.

Das Blatt führt zwei verschiedene Haarformen und zwar auf verschiedene Blattseiten verteilt: ein- bis siebenzellige Borstenhaare, deren einzelne Glieder starke Wände besitzen und sich deutlich von einander absetzen — nur auf der Oberseite; ihre Cuticula ist gekörnelt, das Lumen weit, der Fuss einzellig. Ferner kleine, sitzende Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen auf beiden Seiten.

Gattung No. 79. Gratiola.

Diese Gattung umfasst nach *Bentham* und *Hooker* zwanzig Arten, von denen mir nur die auch in Europa verbreitete Gratiola officinalis L. zur Verfügung stand, die sich aber durch die verschiedensten anatomischen Charaktere auszeichnet, die eine Abgrenzung von den übrigen Arten anderer Scrophulariaceen-Gattungen gestatten, weshalb ich diese Merkmale in aller Kürze der dann folgenden Artdiagnose vorschicke und erst in dieser näher darauf eingehen will.

Zunächst sind es die grossen Luftkanäle, die Blatt, Rinde und Mark durchsetzen und uns besonders auffallen. Doch wäre diese Erscheinung allein nicht geeignet, ein unterscheidendes Merkmal von anderen Gattungen zu bilden, denn wie bekannt, kommen diese Luftkanäle auch bei Lindernia pyxidaria und einigen anderen Vertretern der Scrophulariaceen vor, wenn nicht damit andere Verhältnisse, z. B. eine ganz charakteristische Anordnung der Markstrahlen oder die Beschaffenheit des Durchgangsgewebes der Nerven verbunden wäre.

Blatt: Die Epidermiszellen zeigen auf der Flächenansicht buchtig-welligen Umriss ohne knotige Verdickungen. Ihre Aussenwände sind verdickt und convex vorgewölbt. Cuticula glatt und zart.

Die auf die unteren Blatthälften beschränkten Spaltöffnungen sind ebenständig.

Der Blattbau trägt durchweg bifacialen Charakter. Die erste Reihe des zweischichtigen Palissadengewebes ist in der Regel etwas länger als die zweite; dasselbe ist scharf gegen das lockere, von grossen Intercellularräumen durchsetzte Schwammparenchym abgegrenzt. Dieses besteht aus typischen Schwammgewebezellen.

Kristalle fehlen.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven werden von bandförmigen Belegen mechanischen Gewebes umgeben, das aus collenchymatischen Zellenelementen mit eingestreuten Sclerenchymfasern besteht. Dagegen fehlen diese Bastfasern sämtlichen Nerven auf der Oberseite. Eine Schutzscheide im eigensten Sinne ist nicht vorhanden; die Gefässbündel der Mittelnerven werden samt dem Verstärkungsgewebe von zwei Halbkreisen parenchymatischer, dünnwandiger Zellen umgeben, welche durch das collenchymatische Gewebe der Oberseite geschlossen werden. An diese Ringe setzt sich unmittelbar das Grundparenchym mit seinen mächtigen Lufträumen an. Es kann kaum zweifelhaft sein, dass auch diesen beiden Kreisen Aufgaben mechanischer Schutzvorrichtungen zufallen. Dieselben Kreise, nur in

der Einzahl, wenigstens ist das die Regel, finden wir auch bei den Seitennerven. Die Mittelnerven gehen nach der Unterseite mit dünnwandigem, lockerem, grosslumigem Parenchym, nach der Oberseite dagegen mit collenchymatischem Gewebe und zwar nur in der Ausdehnung des Gefässbündels durch. Die primären Seitennerven gehen vollständig mit Parenchym durch, die übrigen sind eingebettet.

Trichome sind beiderseits und zwar mit besonderer Bevorzugung der nervalen Partieen entwickelt. Dieselben bestehen aus kleinen sitzenden Drüsenhaaren mit schildförmigem zweizelligem Köpfchen.

Achse: Der Achse fehlen Spaltöffnungen und Trichome vollständig. Die Epidermis ist zweischichtig und zwar die Zellen der ersten Reihe von eckiger Gestalt und Lumen, die der zweiten zwar von derselben Grösse, aber rundlichem Lumen. Ihre Seitenwände sind dicker als die der ersten Reihe. Die Zellen des Rindenparenchyms sind dickwandig, rund, in einzelnen Ketten zusammenhängend und ein förmliches Netz bildend. An den Stellen, wo drei Zellen zusammenstossen, entstehen kleinere Intercellularräume. Dieses lockere Rindenparenchym wird durch eine ein-, an vielen Stellen auch zweischichtige Endodermis mit allseitig dicken Wänden von dem Phloem getrennt. Unter ihr liegen einzelne Zellen, Gruppen oder mehr oder weniger lange Bänder von Sclerenchymelementen.

Das Xylem wird von ziemlich stark radial gestreckten Markstrahlen durchzogen. Dieselben liegen in der Regel zu ein bis zwei Reihen zwischen je einer oder zwei Reihen von Holzelementen. Doch fand ich auch die Reihenzahl der letzteren auf vier steigen. Das Mark wird ebenfalls von mächtigen Luftkanälen durchzogen.

Gattung Dischisma.

Die Gattung Dischisma gehört nach *Bentham* und *Hooker* zu den Selaginaceen. Darüber schreibt nun *von*

Wettstein[1]) in seiner Abhandlung über die Scrophulariaceen folgendes: „Die bisher vielfach als selbstständige Familie behandelten Selagineae können von den Scrophulariaceen nicht getrennt werden und fügen sich in natürlicher Weise zwischen die Gratioleae und Digitaleae ein.“ Leider konnte ich von den acht Arten der Gattung nur eine, Dischisma arenarium *E. Meyer*, bekommen: ich bin daher nicht in der Lage, entscheiden zu können, ob die Selagineae und speziell hier Dischisma auch anatomisch die Einschaltung in die Scrophulariaceen rechtfertigen, fehlt es ja doch diesen an einem für alle Gattungen und Arten giltigen, positiven anatomischen Merkmal. Im übrigen sind die allgemeinen anatomischen Verhältnisse folgende:

Blatt: Epidermiszellen besitzen starke Aussenwände ohne Cuticularschichten und erscheinen auf der Flächenansicht von buchtig-welligem Umriss. Eine knotige Verdickung der Wände konnte ich nicht beobachten.

Die beiderseits auftretenden Spaltöffnungen haben breitelliptische oder kreisrunde Form und sind ebenständig.

Im Blattbau macht sich fast durchgehends der homogen centrische Charakter geltend, indem eine Differenzierung des assimilierenden Mesophylls in Schwamm- und Palissadenparenchym nicht oder nur wenig deutlich hervortritt. Es ist ziemlich fest und besteht aus runden oder rundlich-polyedrischen Zellen mit vielen kleinen Intercellularräumen. An den Blatträndern nach der Oberseite zu wird das chlorophyllhaltige Parenchym etwas palissadenartig, ohne jedoch diese Form vollkommen zu erreichen.

Von Kristallen traf ich nur die schon vielfach erwähnten sphärokristallinischen Massen an: Zahlreich in den Zellen der Epidermis, des Mesophylls, der Haare und in der Umgebung der Gefässbündel.

Die sehr kleinen und minimal gebogenen Gefässbündel der Mittelnerven führen nur auf der Unterseite

[1]) Engler, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Liefrg. 67.

Verstärkungsgewebe aus schwach verdickten Zellen; sie gehen mit dünnwandigem, rundem Parenchym durch. Seitennerven ohne Verstärkungsgewebe, eingebettet. Alle Nerven mit einer Schutzscheide.

Trichome sind beiderseits, aber nur in geringer Anzahl anzutreffen: 1) lange, bis zehnzellige Borstenhaare, 2) flaschenartige Drüsenhaare mit kugeligem Köpfchen und 3) kleinere, fast sitzende Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: Borstenhaare und einzellige, kleine Drüsenhaare. In den Zellen sphärokristallinische Massen. Das dickwandige Rindenparenchym ist stark tangential gestreckt und gegen das Phloem durch eine einschichtige, schwach verkorkte, ebenfalls stark tangential gestreckte Endodermis abgegrenzt. Unter derselben fehlen sclerenchymatische Elemente vollständig; dagegen beobachtete ich unter der Schutzscheide eine zweischichtige, aus tangential gestreckten Elementen bestehende Collenchymzone, die das Phloem als continuierlicher Ring umläuft.

Das Xylem wird von ein- bis zweireihigen, radial gestreckten, vielfach einen gebogenen Verlauf nehmenden Markstrahlen durchzogen.

Gattung No. 84. Torenia.

Von dieser Gattung untersuchte ich Torenia Fourneri und T. exappendiculata. Soweit sich von den bei diesen Arten gemeinschaftlich vorkommenden anatomischen Verhältnissen auf den Gattungscharakter schliessen lässt, findet derselbe seinen Ausdruck in dem Fehlen eines echten Verstärkungsgewebes bei den Gefässbündeln der Nerven und in der Vierkantigkeit des Stengels. Beide Arten lassen sich sehr leicht von einander unterscheiden.

Blatt: Die Epidermiszellen besitzen kaum erheblich verdickte Aussenwände ohne Cuticularschichten und erscheinen auf der Flächenansicht buchtig-wellig beiderseits bei T. Fourneri, oberseits polygonal, unterseits buchtig-

wellig bei T. exappendiculata. Knotige Verdickungen treten nicht auf.

Spaltöffnungen kommen beiderseits vor; dieselben sind schmalelliptisch, auch breitelliptisch und ebenständig.

Im Blattbau macht sich fast durchwegs der bifaciale Charakter bemerkbar; nur bei T. exappendiculata geht derselbe zwischen den Mittelnerven und primären Seitennerven in den homogen centrischen über. Das Palissadengewebe ist einschichtig bei T. exappendiculata, ein- bis zweischichtig bei T. Fourneri; es ist scharf gegen das lockere, aus rundlichen Zellen bestehende Schwammgewebe abgegrenzt.

Auffallend ist, wie schon kurz angedeutet, dass den Gefässbündeln der Nerven bei den untersuchten Torenia-Arten ein spezifisch mechanisches Gewebe durchaus fehlt. Das Gewebe ist in der Umgebung der Gefässbündel nur etwas englumiger und ganz schwach verdickt; auch diese geringe Andeutung des Verstärkungsgewebes missen wir bei den Seitennerven. Die Gefässbündel der Mittelnerven gehen mit grosslumigem, rundem, dünnwandigem Gewebe durch, während alle Seitennerven eingebettet sind.

Die Haare sind bei beiden Arten die gleichen: Ein- und mehrzellige, starkwandige, meist gerade Gliederhaare mit gekörnelter cuticula und kleine sitzende Drüsenhaare mit kugeligem, vierzelligem Köpfchen. Bei T. Fourneri beobachtete ich, dass die Gliederhaare auf der Unterseite vorzugsweise an den Nerven auftreten.

Achse: Am meisten unterscheiden sich die beiden untersuchten Arten im Bau der Achse von einander. Während bei T. exappendiculata nur einfache Kanten vorspringen, sind dieselben bei T. Fourneri noch geflügelt, was schon einen ganz wesentlichen Unterschied bedingt. Die Flügel bestehen aus einer oder zwei Zellreihen ganz gewöhnlichen Parenchyms, das Gewebe der Kanten selbst aus mehr oder weniger dickwandigem, dreieckige Intercellularräume führenden Rindenparenchym, in welchem ein geschlossenes Bündel englumiger, eckig-

polyedrischer, stark verdickter Bastzellen mit rundlichem Lumen sich befindet. Die Haare sind dieselben wie beim Blatt, doch treten die Gliederhaare nur an den Kanten und Flügeln, die Drüsenhaare vorzugsweise an den übrigen Teilen der Achse auf. Das Rindenparenchym ist mässig dickwandig und oval. Während bei T. exappendiculata die Zellen desselben fast nur durch Radialwände nochmals geteilt sind, treten bei T. Fourneri solche Wände in allen Richtungen des Raumes auf, wobei besonders radiale und tangentiale Teilungen vorherrschen, sodass eine sehr grosse Unregelmässigkeit herrscht.

Bei beiden Arten traf ich eine einschichtige, schwach verkorkte Schutzscheide aus sehr stark tangential gestreckten Zellen. Unter dieser vereinzelte Sclerenchymfasern. Markstrahlen fehlen.

Gattung No. 85,2. Lindernia.

Diese Gattung bildet nach *Bentham* und *Hooker* eine Sectio der Gattung Vandellia und dürfte durch das gleichzeitige Auftreten von grossen Luftkanälen und subepidermale Bastrippen vorzüglich charakterisiert sein. Mir stand die einzige Art Lindernia pyxidaria All. zur Verfügung, die im übrigen folgende anatomische Verhältnisse zeigt.

Blatt: Die Epidermiszellen sind buchtig-wellig und besitzen mässig dicke Aussenwände. Auf die nervalen Partieen beschränkt fand ich kleine Drüsenhaare mit einzelligem Stiel und zweizelligem Köpfchen. Die nur der Unterseite angehörigen Spaltöffnungen sind schmalelliptisch und ebenständig.

Der Blattbau ist bifacial. Das Palissadengewebe ist einschichtig und sehr deutlich von dem lockeren, oft von grossen Luftkanälen durchzogenen Schwammgewebe abgesetzt.

Sämtliche Nerven sind eingebettet, nur die Mittelnerven führen etwas Verstärkungsgewebe.

Achse: Die Achse ist vierkantig, führt keine Spaltöffnungen und trägt dieselbe Behaarung wie das Blatt. Die Kanten bestehen aus festem Rindenparenchym im Gegensatz zu dem sehr lockeren des Stengels und führen ausserdem noch geschlossene Gruppen stark verdickter, eckig-polyedrischer Sclerenchymfasern. Den Siebteil umläuft eine einschichtige, verkorkte Endodermis, unter der ich vereinzelte Zellen oder kleinere Gruppen Hartbast antraf. Das Holz bildet einen geschlossenen, von ein- bis zweireihigen Markstrahlen durchzogenen Cylinder.

Gattung No. 96. Limosella.

Von dieser Gattung, welche nach *Bentham* und *Hooker* fünf bis sechs Arten umfasst, stand mir nur eine, nämlich Limosella aquatica L. zur Verfügung; dieselbe zeichnet sich durch keine besonderen Verhältnisse aus, die sich in auffallender Weise von denen anderer Scrophulariaceen-Gattungen unterscheiden.

Blatt: Die Epidermiszellen besitzen von der Fläche gesehen einen buchtig-welligen Umriss; ihre Aussenwände sind massig stark verdickt und führen keine Cuticularschichten. Knotige Verdickungen treten nicht auf.

Spaltöffnungen finden sich beiderseits sehr zahlreich, sind breitelliptisch und ebenständig.

Beiderseits tritt in massiger Stärke eine Haarform auf, nämlich einfache, stutzende Drüsenhaare mit vierzelligem Köpfchen.

Der Blattbau ist bifacial; das Palissadengewebe ist drei- bis vierschichtig; die letzte Reihe kürzer als die übrigen. Das Palissadengewebe ist nicht sehr scharf gegen das aus typischen Schwammgewebezellen bestehende Schwammgewebe abgegrenzt. Dieses ist sehr locker und von grossen Luftkanälen durchzogen.

Verstärkungsgewebe führen nur die Mittelnerven und zwar blos auf der Unterseite. Dasselbe besteht aus sehr schwach collenchymatisch verdickten Zellen. Sämtliche Nerven sind eingebettet und von einer Schutzscheide umgeben.

Tribus Digitaleae.

Gattung No. 100. Capraria.

Von dieser Gattung stand mir nur eine Art zu Gebote und zwar Capraria peruviana L. Ich muss infolgedessen von der Aufstellung eines anatomischen Gattungscharakters Abstand nehmen und es mit der Besprechung der einen Art genügen lassen, welche besonders durch das Vorkommen von Drüsenzotten und Drüsenbechern ausgezeichnet ist. Sie lässt sich infolgedessen leicht auf anatomischem Wege von den übrigen Scrophulariaceen-Gattungen unterscheiden.

Was die Gestalt und Form dieser Zotten und Drüsenbecher anbelangt, so bemerke ich zunächst betreffs ersterer, dass sie direkt der Epidermis ohne Emergenzbildung aufsitzen, dass mehrere Zellreihen neben einander laufen und das kugelige Köpfchen vielzellig ist.

Die Drüsenbecher sind gross, ihre Wand vollständig cuticularisiert und zweischichtig; sie sind grösser als die umgebenden Epidermiszellen, treten über das Niveau der Epidermis ein wenig hervor, ebenso über die innere Begrenzung derselben, bei den Blättern dabei ins Palissadengewebe spielend. Sie sind durch zwei auf einander senkrecht stehende Wände in vier Kammern geteilt.

Die übrigen anatomischen Verhältnisse der von mir untersuchten Art sind folgende: Die Epidermiszellen sind oberseits polygonal oder auch wie unterseits buchtig-wellig. Knotige Verdickungen zeigen nur die Zellen der Blattoberseite. Auf Ober- und Unterseite des Mit-

telnerven ist ein mehrschichtiges Hypoderm in Form stark collenchymatisch verdickter Zellen entwickelt.

Beiderseits finden sich zahlreich breitelliptische und ebenständige Spaltöffnungen.

Die Mittel- und primären Seitennerven gehen durch mit rundlichem, dünnwandigem, lockerem Parenchym; das Verstärkungsgewebe besteht bei den ersteren aus Collenchym mit Sclerenchymfasern, die jedoch der Oberseite und den Seitennerven fehlen.

Der Blattbau ist isolateral, auf der Oberseite zwei- bis dreischichtig, auf der Unterseite stets zweischichtig, mit merenchymatischer Zwischenschicht. Die Palissadenzellen sind lang und schlauchförmig oder etwas kürzer und dann, wie eben auf der Oberseite, in drei Reihen auftretend.

Kristalle von Carotin treten im Mesophyll zahlreich auf.

Achse: Auch diese bietet interessante Verhältnisse dar. Die Epidermiszellen sind polygonal, schwach knotig verdickt, mit stark verdickten Aussenwänden. Die Drüsenzotten fehlten den älteren Achsenteilen, traten dagegen zahlreich an den jüngeren auf.

Das Phloem umläuft ein continuierlicher, gemischter Sclerenchymring, aus Sclerenchymfasern und Makrosclereiden bestehend. Er ist mehrere Zelllagen dick und erzeugt vielfach Phloemspaltungen. Markstrahlen fehlen.

Gattung No. 103. Digitalis.

Anatomische Verhältnisse, die zur Aufstellung eines Gattungscharakters verwendbar wären und eine Unterscheidung von anderen Scrophulariaceen-Gattungen möglich machten, kommen bei dieser Gattung nicht vor. Wohl zeigen die Digitalis-Arten geschlossene oder nur wenig unterbrochene, einfache oder gemischte Sclerenchymringe; da dieselben aber auch bei anderen Gattungen auftreten und andere hervorragende Merkmale nicht Hand

in Hand mit ihnen gehen, so lassen sich dieselben zur Aufstellung eines Gattungscharakters nicht verwenden. Die Arten selbst zeigen die verschiedensten Verhältnisse, die eine Unterscheidung derselben von einander auf anatomischem Wege ermöglichen.

Die Epidermiszellen gewähren in der Flächenansicht fast durchweg einen polygonalen Umriss und nur auf der Blattoberseite von D. laevigata, D. ferruginea und D. lutea sind wellige Seitenränder vorhanden. Ihre Aussenwände sind bei allen Arten deutlich verdickt und die Cuticula an denselben mehr oder weniger kräftig entwickelt. Eine knotige Verdickung der Wände konnte ich überall, mit Ausnahme von D. purpurea, beobachten.

Eine Hypodermbildung findet sich bei den Mittel- und primären Seitennerven von D. lutea. Es besteht aus Collenchym und ist auf Ober- und Unterseite entwickelt, hier zweischichtig, dort mehrere Zelllagen dick und mit dem Verstärkungsgewebe der Gefässbündeloberseite in Verbindung stehend.

Die beiderseits meist zahlreich, vereinzelt bei D. purpurea, auftretenden Spaltöffnungen sind breitelliptisch bis kreisrund; sie sind ferner ebenständig und nur bei D. lanata und D. lutea, besonders an den Nerven oberständig. Ich habe hier Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dass D. purpurea oberseits Spaltöffnungen führt, wenn auch seltener, sie jedoch nicht ganz fehlen, wie *Meyer* sagt.[1])

Im Blattbau herrscht der Artenzahl nach der bifaciale Charakter vor; doch findet sich bei D. lutea, D. lanata und D. ambigua der homogen centrische und bei D. ochroleuca eine schwache Anlehnung an denselben, indem die Palissadenform fast vollkommen verloren geht. Das Palissadengewebe ist in den meisten Fällen nur auf eine oder zwei, wie bei D. ferruginea, niedrige Zellschichten beschränkt und tritt in bezug auf seine Höhe bedeutend gegen das Schwammgewebe zurück. Für die

[1]) Meyer, Wissenschaftliche Drogenkunde, Berlin 1891.

Zellen dieses macht sich eine Anordnung in mehrere Schichten bemerkbar.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven sind bei sämtlichen Arten durchgehend. Das Verstärkungsgewebe dieser Gefässbündel besteht aus Collenchym, in dem bei D. ochroleuca zahlreiche Sclerenchymelemente liegen; auf der Oberseite der Seitennerven tritt dieser Beleg mehr oder weniger zurück oder verschwindet vollständig. Eine Schutzscheide führen nur die Seitennerven aller untersuchten Arten, mit Ausnahme von D. lanata, D. purpurea und D. lutea.

Carotin-Kristalle treten im Mesophyll von D. laevigata und D. ferruginea auf.

Was die Haare anbetrifft, so sind dieselben vorzugsweise an den nervalen Partieen der Blätter oder am Blattrande entwickelt. Es sind meist Drüsenhaare, grössere und kleinere mit ein- bis zweizelligem Köpfchen, ausserdem auch mehrzellige Gliederhaare.

Achse: Der Achse fehlen in den meisten Fällen die Haare. Unter der Epidermis liegt dickwandiges Rindenparenchym, das gegen einen continuierlichen Sclerenchymring grenzt, der nur bei D. laevigata und D. lutea an einzelnen Stellen, die allerdings nur äusserst kurz sind, unterbrochen wird. Der Sclerenchymring ist „gemischt" bei D. lutea und enthält neben Sclerenchymfasern Makro- und Brachysclereïden. Bei D. laevigata und D. lanata beobachtete ich keine Phloemspaltungen, die sonst bei den übrigen untersuchten Arten auftreten.

Der Holzkörper wird von einreihigen Markstrahlen durchzogen.

Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk führt das Mark von D. lanata.

Digitalis ferruginea L.

Epidermiszellen oberseits polygonal oder wenig undulierт unterseits buchtig-wellig – stark knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen dem Gattungstypus entsprechend ebenständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe ein- selten zweischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgesetzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder sehr stark tangential gestreckten Zellen — ohne schichtenförmige Anordnung.

Gefässbündel mit Collenchymbeleg auf Ober- und Unterseite — nur die Seitennerven mit Schutzscheide.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare — beiderseits — eine Haarform: kurzgestielte Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: fehlt.

Digitalis lanata Ehrh.

Epidermiszellen polygonal — unterseits schwach undulliert — mächtige, knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen eben-, an den Nerven auch oberständig.

Blattbau homogen centrisch.

Mesophyll aus runden Zellen bestehend.

Gefässbündel mit Collenchymbeleg auf Ober- und Unterseite — bei den primären Seitennerven nur auf der Unterseite — ohne Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — an den Nerven — nur kleine Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: Haare fehlen — Einfacher continuierlicher Sclerenchymring — ohne Phloemspaltungen — Im Mark Oxalatkristalle.

Digitalis laevigata W. K.

Epidermiszellen buchtig-wellig — nur auf der Oberseite etwas knotig.

Spaltöffnungen beiderseits — schmalelliptisch.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — sehr zurücktretend.

Schwammgewebe aus tangential gestreckten Zellen gebildet — in Schichten.

Gefässbündel mit kräftigem Collenchymbeleg auf Ober- und Unterseite — mit Schutzscheide.

Carotin-Kristalle im Mesophyll und in Begleitung der Nerven.

Haare beiderseits — zwei Haarformen — kleine und grosse Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: Haare fehlen — durch schmale Zone parenchymatischen Gewebes unterbrochener, einfacher Sclerenchymring — ohne Phloemspaltungen — Rindenparenchym mit vereinzelten radialen Teilwänden.

Digitalis purpurea L.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen oberseits vereinzelt ebenständig — sonst wie der Gattungscharakter.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig etwa doppelt so lang wie breit.

Schwammgewebe aus runden Zellen — locker.

Gefässbündel mit schwach collenchymatischem Beleg auf Ober- und Unterseite ohne Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — zwei Haarformen: Mehrzellige Glieder- und kleine Drüsenhaare Diese auf der Oberseite vorzugsweise an den nervalen Partieen.

Achse: Haare wie beim Blatt — Continuierlicher, einfacher Sclerenchymring mit Phloemspaltungen.

Digitalis lutea L.

Epidermiszellen oberseits polygonal, wenig undulierl — unterseits buchtig-wellig — mit sehr starken knotigen Verdickungen.

Hypoderm auf Ober- und Unterseite der Mittel- und primären Seitennerven.

Spaltöffnungen entsprechen dem Gattungscharakter — meist oberständig.

Blattbau homogen centrisch.

Gefässbündel mit Collenchymbeleg auf Ober- und Unterseite — ohne Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — an den nervalen Partieen nur kleine Drüsenhaare.

Achse: Haare fehlen — Epidermiszellen mit mächtiger Cuticula — an einzelnen Stellen unterbrochener, „gemischter" Sclerenchymring, aus Sclerenchymfasern, Makro- und Brachysclereïden bestehend — mit Phloemspaltungen.

Digitalis ochroleuca Jacq.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — knotig verdickt.

Spaltöffnungen dem Gattungscharakter entsprechend — ebenständig.

Blattbau bifacial mit Anlehnung an den homogen centrischen.

Palissadengewebe einschichtig — stark gegen das Schwammgewebe zurücktretend — Zellen kurz und dick.

Schwammgewebezellen in Schichten angeordnet — in ihrer Form den Charakter des Palissadengewebes zeigend.

Gefässbündel der Mittelnerven auf der Unterseite mit Collenchymbeleg und zahlreichen Sclerenchymelementen — auf der Oberseite fehlen diese oder treten nur vereinzelt auf.

Gefässbündel der primären und secundären Seitennerven, letztere nur auf der Unterseite, mit Collenchymbeleg ohne Bast- mit Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare: beiderseits — Glieder- und zwei Formen Drüsenhaare.

Achse: nur Gliederhaare — Einfacher, continuierlicher Ring mit Phloemspaltungen.

Digitalis ambigua Murr.

Epidermiszellen buchtig-wellig — mit knotigen Verdickungen.

Spaltöffnungen ebenständig.

Blattbau homogen centrisch.

Mesophyll aus rundlichen, unter der oberen Epidermis tangential gestreckten Zellen bestehend — locker.

Gefässbündel mit Verstärkungsgewebe aus collenchymatisch verdickten Zellen, — nur die secundären und Nerven höherer Ordnung mit Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — besonders an den Nerven — vielzellige Glieder- und kleine Drüsenhaare.

Achse: Haare wie beim Blatt — Rindenparenchym mit vereinzelten radialen Teilungen — continuierlicher, einfacher Ring mit Phloemspaltungen.

Digitalis argyrostigma.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — knotig verdickt.

Spaltöffnungen entsprechen dem Gattungscharakter — ebenständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — gegen das Schwammgewebe fast vollkommen zurücktretend.

Schwammgewebe in sehr deutlichen Schichten angeordnet.

Gefässbündel mit collenchymatischem Beleg auf Ober- und Unterseite — mit Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — vorzugsweise an den Nerven und am Blattrand — grosse und kleine Drüsenhaare.

Achse: fehlt.

Mit Beziehung auf die vorstehenden, anatomischen Verhältnisse lassen sich die Digitalis-Arten in folgendem „Schlüssel" verteilen:

A. Blatt bifacial.
  I. Verstärkungsgewebe der Mittelnerven aus Collenchym ohne Bast:
    a. Eine Haarform:
      Digitalis ferruginea.
    b. Zwei Haarformen:
      1. Gefässbündel mit Schutzscheide:
        Epidermiszellen polygonal:
          Digitalis argyrostigma.
        Epidermiszellen buchtig-wellig:
          Digitalis laevigata.
      2. Gefässbündel ohne Schutzscheide:
        Digitalis purpurea.
  II. Verstärkungsgewebe der Mittelnerven aus Collenchym mit Bast:
    Digitalis ochroleuca.

B. Blatt homogen centrisch.
  I. Achse mit einfachem Sclerenchymring:
    a. Ohne Phloemspaltungen:
      Digitalis lanata.
    b. Mit Phloemspaltungen:
      Digitalis ambigua.
  II. Achse mit gemischtem Sclerenchymring:
    Digitalis lutea.

Gattung No. 105. Erinus.

Diese monotypische Gattung wird vertreten durch Erinus alpinus L. und bietet keinerlei anatomische Verhältnisse dar, welche sich zur Aufstellung eines Gattungscharakters verwenden liessen. Ich gehe deshalb direkt zur Beschreibung der einzigen Art über und möchte nur noch in Kürze vorausschicken, dass Haare und

Schutzscheide (diese beiden bei der Achse) oder Bastzellen, die es oft in so schöner Weise gestatten, Merkmale für die eine oder andere Gattung oder Art aufzustellen, vollständig fehlen. Die anatomischen Verhältnisse sind also folgende:

Blatt: Die Epidermiszellen besitzen buchtig-welligen Umriss, beiderseits schwach knotige Verdickungen und sind auf dem Querschnitt fast durchgängig quadratisch. Cuticularschichten sind keine entwickelt. Die Cuticula ist glatt und zart.

Die Spaltöffnungen finden sich beiderseits und sind ebenständig, breitelliptisch bis kreisrund. Sonstige Charakteristika fehlen ihnen.

Trichome sind auf Ober- und Unterseite vorhanden in Form kleiner Drüsenhaare mit einzelligem Stiel, besonders abgegliedertem Fuss und dem von der Stielzelle getragenem zweizelligen Köpfchen.

Von den Nerven geht nur der Mittelnerv durch, während alle Seitennerven eingebettet sind. Das Verstärkungsgewebe der Mittel- und primären Seitennerven besteht aus collenchymatisch verdicktem Gewebe, das allerdings auf der Oberseite der Mittelnerven schwächer ist und bei den Seitennerven überhaupt fehlt. Die Gefässbündel werden samt dem Verstärkungsgewebe von einer Gefässbündelscheide umgeben. Das Durchgangsgewebe ist grosslumig, rund oder mehr eckig.

Der Blattbau ist bifacial. Das Palissadengewebe ist dreischichtig, die dritte Reihe etwas kürzer und scharf gegen das aus typischen Schwammgewebezellen bestehende Schwammgewebe abgegrenzt.

Achse: Wie schon erwähnt, fehlen der Achse alle diejenigen Elemente, die in häufigen Fällen eine schöne, anatomische Charakteristik einzelner Arten aufzustellen gestatten, vollständig. Es wird dies nur dann recht verständlich, wenn wir bedenken, dass diese Pflanze auf der Erde kriecht, also besonderen Verstärkungsgewebes schliesslich nicht bedarf und ausserdem ihr Holzteil

mächtig entwickelt ist. Das Mark ist sehr dickwandig, verholzt und von mächtigen Tüpfelkanälen durchzogen.

Gattung No. 111. Wulfenia.

Von dieser Gattung, welche nach *Bentham* und *Hooker* vier Arten umfasst, stand mir nur eine Art und zwar Wulfenia carinthiaca Jacq. zur Verfügung. Anatomische Verhältnisse, welche zur Abgrenzung von den übrigen Scrophulariaceen-Gattungen dienen könnten, zeichnen sie nicht aus. Ich lasse deshalb sogleich die Art-Diagnose folgen.

Blatt: Die Epidermiszellen gewähren auf der Oberseite einen polygonalen, auf der Unterseite einen faltig-welligen Umriss; sie sind mehr oder weniger quadratisch und auf der Oberseite des Mittelnerven etwas senkrecht zur Blattfläche gestreckt, ohne jedoch palissadenartig entwickelt zu sein.

Auf der Ober- und Unterseite des Mittelnerven ist ein einschichtiges Hypoderm in Form stark verdickter Zellen entwickelt.

Die Spaltöffnungen treten auf der Oberseite weniger zahlreich auf, sind breitelliptisch bis kreisrund und ebenständig, ohne sonstige anatomisch merkwürdige Eigenschaften.

Der Blattbau ist homogen centrisch, besonders an den Blatträndern mit Neigung zum bifacialen. Die Zellen des Mesophylls werden vielfach unter der oberen Epidermis mehr eckig, nähern sich dadurch mehr der Palissadenform, ohne dieselbe natürlich nur einigermassen vollkommen zu erreichen, und entfernen sich mehr von der rundlichen Gestalt. Die Zellreihen unter der oberen Epidermis sind viel dichter als die unter der unteren Epidermis. Vielfach sind die Zellen auch sehr stark tangential gestreckt.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven werden von collenchymatischem Verstärkungs-

gewebe umgeben. Bei den sehr starken Mittelnerven kräftiger Blätter beobachtete ich, dass das Gefässbündelsystem die Form eines fast geschlossenen Kreises annimmt, indem es sich mit seinen Flügel nach oben herum biegt und nur eine ganz kleine Strecke freien Raumes übrig lässt, durch die der von dem Gefässbündel umschlossene, mächtige Collenchymbeleg der Oberseite mit dem Durchgangsgewebe des Nerven in Verbindung steht. Das Verstärkungsgewebe ist hier als Ausnahme von der Regel weit kräftiger entwickelt als auf der Unterseite. Eine Schutzscheide macht sich bei den durchgehenden Mittelnerven nicht geltend, dagegen tritt dieselbe bei den Seitennerven deutlich hervor.

Von der Behaarung lässt sich wenig sagen: Es tritt nur eine einzige Haarform auf und diese mit besonderer Bevorzugung der nervalen Partieen. Es sind kleine Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: Das dickwandige Rindenparenchym ist sehr oft von radialen Teilwänden durchzogen. Endodermis und sonstige mechanische Gewebe fehlen vollständig. Der Holzkörper wird von einreihigen Markstrahlen durchsetzt.

Gattung No. 113. Paederota.

Die beiden Arten P. Ageria und P. Bonarota, welche nach *Bentham* und *Hooker* diese Gattung repräsentieren, waren in den Bereich meiner Untersuchungen gezogen. Die anatomischen Verhältnisse dieser beiden Arten sind folgende:

Blatt: Die Epidermiszellen zeigen buchtig-welligen Umriss, mit Ausnahme der Blattoberseite von P. Ageria und neigen in ihren Wandungen zu stärkerer Verdickung und Ausbildung von Cuticularschichten bei den Mittelnerven. Die Wände besitzen von der Flächenansicht

gesehen schwache Verdickungen auf der Oberseite von P. Ageria, knotige Auflagerungen dagegen an der convexen Seite der Windungen bei der anderen Art. Die Cuticula des Blattes selbst ist glatt und zart, dagegen ist sie an den Mittelnerven stark entwickelt.

Ferner fand ich ein Hypoderm entwickelt und zwar bei beiden Arten nur auf der Oberseite: bei P. Ageria einschichtig, bei P. Bonarota zweischichtig. Es ist in der Breite des Gefässbündels entwickelt und führt stark verdickte Zellen.

Schmal- und breitelliptische Spaltöffnungen mit eben-, bei P. Ageria hie und da auch oberständigen Schliesszellen finden sich zu beiden Seiten zahlreich.

Der Blattbau ist bifacial; die Palissadenzellen sind lang, schlauchförmig, bei P. Ageria zwei-, bei P. Bonarota dreischichtig. Bei ersterer Art finden wir vielfach Anklänge an den isolateralen Bau, indem die Zellen des Schwammgewebes häufig, besonders an den Nerven palissadenartig entwickelt sind; im übrigen herrscht aber der rundliche oder tangentiale Bau der Zellen vor.

Kristalle fehlen.

Die Gefässbündel der Mittelnerven beider Arten, sowie der primären Seitennerven von P. Ageria sind durchgehend, sämtliche übrigen dagegen eingebettet. Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven beider Arten und der secundären von P. Ageria sind von einem bandförmigen Beleg collenchymatischen Gewebes mit zahlreichen Sclerenchymfasern umgeben, die dem Beleg der Oberseite stets fehlen. Den secundären Seitennerven von P. Ageria und allen den Seitennerven von P. Bonarota fehlt das mechanische Gewebe überhaupt auf der Oberseite. Die Gefässbündel werden samt dem mechanischen Gewebe von einer Schutzscheide umgeben: bei den Mittelnerven in Form eines unregelmässigen Kreises, dessen Zellen sich durch ihre eckige Form von dem übrigen Durchgangsgewebe auszeichnen, bei den Seitennerven in Form eines ganz regelmässigen Ringes. Die Gefässe sind in

Radialreihen angeordnet, die durch parenchymatisches Gewebe mit einander verbunden werden. Das Durchgangsgewebe ist grosslumig, rund, mässig dick.

Achse: Wir finden hier geschlossene, bei P. Bonarota nur an einzelnen Stellen auf sehr kurze Strecken unterbrochene, einfache Sclerenchymringe in Verbindung mit einer auf den Radialwänden verkorkten, grosslumigen, ein- oder mehrschichtigen Endodermis in Form eines mehr oder weniger unregelmässigen Ringes. Diese geschlossenen Sclerenchymringe erzeugen Phloemspaltungen, die bei P. Bonarota weit seltener und schwächer auftreten, als bei dem anderen Vertreter der Gattung.

Ausser diesen erwähnten Unterschieden zwischen beiden Arten findet sich ein weiterer noch darin, dass nämlich die Epidermis der Achse von P. Ageria noch eine dritte Haarform führt, die ihr ganz allein eigen ist und sich weder beim Blatt derselben Art, noch bei der Achse oder dem Blatte von P. Bonarota findet; dieser dritte Typus besteht aus grossen, dünnwandigen, bis sechszelligen Drüsenhaaren mit keulenförmigem, einzelligem Köpfchen.

Der anatomische Bau beider Arten dürfte es also sehr leicht ermöglichen, die auch morphologisch sehr verschiedenen Pflanzen von einander zu unterscheiden.

Paederota Ageria L.

Epidermiszellen auf der Oberseite polygonal — auf der Unterseite buchtig-wellig.

Hypoderm einschichtig.

Spaltöffnungen mit ebenständigen, vereinzelt auch oberständigen Schliesszellen — sonst dem Gattungscharakter entsprechend.

Palissadengewebe zweischichtig — schlauchförmig.

Schwammgewebe sehr locker — rund oder tangential gestreckt — gegen die untere Epidermis zu vielfach palissadenartig entwickelt.

Gefässbündel der Seitennerven erster Ordnung durchgehend — der höherer Ordnung eingebettet.

Haare zahlreich: einfache Gliederhaare und kleine Drüsenhaare.

Kristalle fehlen.

Achse: Eine Haarform mehr wie beim Blatt — Endodermis ein- oder mehrschichtig mit unregelmässigen Ausbuchtungen — continuierlicher einfacher Sclerenchymring mit kräftigen Phloemspaltungen.

Paederota Bonarota L.

Epidermiszellen buchtig-wellig.

Hypoderm zweischichtig.

Spaltöffnungen ebenständig — sonst wie der Gattungscharakter.

Palissadengewebe dreischichtig — an den Nerven zweischichtig — erste und zweite Reihe schlauchförmig, die dritte kurz und dick.

Schwammgewebe sehr locker — aus runden oder tangential gestreckten Zellen bestehend.

Gefässbündel der Mittelnerven durchgehend — nach der Unterseite mit schwach verdicktem Parenchym — nach der Oberseite mit starkem, collenchymatischem Hypoderm.

Gefässbündel der Seitennerven eingebettet.

Kristalle fehlen.

Haare — zahlreich — einfache, mehrzellige Gliederhaare und kleine Drüsenhaare.

Achse: Haare wie beim Blatt — Endodermis einschichtig, ziemlich regelmässiger Kreis — einfacher, hie und da unterbrochener Sclerenchymring mit seltenen und schwachen Phloemspaltungen.

Gattung No. 114. Veronica.

Soweit ich aus dem von mir untersuchten Artenmaterial zu schliessen vermag, zeichnet sich diese Art

durch den vollständigen Mangel von Markstrahlen bei gleichzeitigem Auftreten der Schutzscheide aus. Ausserdem sind allen von mir untersuchten Arten kleine, kurzgestielte Drüsenhaare mit eiförmigem, zweizelligem Köpfchen eigen. Die einzelnen Arten selbst zeigen verschiedene Merkmale, mittelst deren es uns gelingt, sie auch auf anatomischem Wege von einander zu unterscheiden.

Blatt: Die Epidermis ist meistens nur zartwandig und ebenso mit einer dünnen, unmerklichen Cuticula überzogen. Nur bei V. Velenowskyi, V. saxatilis, V. excelsa, V. spuria und V. incana beobachtete ich neben stark verdickten Aussen- und Innenwänden eine kräftigere Cuticula bei den Mittelnerven; sie ist im übrigen auch bei den anderen Teilen der Blätter dieser Arten zart. Die Ränder der Epidermiszellen sind bald polygonal, bald wellig. In den weitaus meisten Fällen sind sie buchtig-wellig. Bei V. aphylla und V. elatior sind sie beiderseits polygonal, auf der Unterseite mit etwas Neigung zum buchtig-welligen Umriss. Bei allen Arten, mit Ausnahme von V. excelsa, V. alpina und V. latifolia, treten mehr oder weniger starke, knotige Verdickungen auf.

Häufig wird die Epidermis der Mittelnerven von einem ein- oder mehrschichtigen Hypoderm begleitet, und zwar bei V. grandis, V. Teucrium, V. spuria, V. saxatilis und V. incana beiderseits, bei V. spicata und V. excelsa nur unterseits, bei V. aciniifolia, V. bellidioides, V. virginica, V. austriaca und V. Velenowskyi nur auf der Oberseite; bei V. officinalis ist dieses Hypoderm unterseits ein-, oberseits zweischichtig und bei V. maritima endlich unterseits ein-, oberseits vielschichtig. Es besteht bei allen diesen Arten aus stark verdickten Zellen und auf der Oberseite von V. maritima aus Collenchym.

Spaltöffnungen treten beiderseits meist sehr zahlreich auf, seltener auf der Oberseite von V. Teucrium, V. maritima, V. excelsa und V. elatior, und fehlen überhaupt nur der Blattoberseite von V. virginica ganz.

Sie sind ebenständig, bei V. excelsa und V. maritima in der Nähe der Nerven und an diesen selbst auch oberständig. Bei den Spaltöffnungen von V. aphylla beobachtete ich hie und da einmal eine dem Spalte parallele Nebenzelle. Sie sind in den meisten Fällen elliptisch, doch kommen bei einzelnen Arten nur kreisrunde oder diese neben den anderen vor.

Das Blatt ist bifacial gebaut, abgesehen von V. Buxbaumii, V. alpina, V. polita, V. spuria und V. triphyllos mit homogen centrischem Blattbau. Bei V. officinalis ist das Blatt zwischen Mittel- und Seitennerven erster Ordnung vielfach ebenfalls homogen centrisch.

Die Gefässbündel sämtlicher Mittel- und der meisten primären, bei einigen Arten auch der secundären Seitennerven gehen mit Parenchym durch. Das Verstärkungsgewebe fehlt in typischer Ausbildung bei V. virginica. Bei den anderen der von mir untersuchten Arten erleidet es mannigfache Differenzierungen. Es besteht bei allen Arten aus Collenchym, dessen mechanische Schutzwirkung bei V. spicata, V. saxatilis, V. incana, V. grandis, V. excelsa und V. officinalis durch eingestreute Sclerenchymelemente erhöht wird. Diese Elemente treten jedoch nur auf der Unterseite auf und fehlen stets der Oberseite aller Arten. Bei V. incana und V. excelsa treten die Sclerenchymelemente bei sonst gleicher Stärke des Collenchymbeleges bei den Seitennerven weit zahlreicher auf als bei den Mittelnerven. Das Verstärkungsgewebe der Mittelnerven von V. incana bildet einen geschlossenen Ring um das Gefässbündel; einen Übergang von dem gewöhnlichen, bandförmigen Beleg zu diesem geschlossenen Ring finden wir bei V. spicata. Hier tritt der bandförmige Beleg der Unterseite nur auf einer Seite mit dem Beleg der Oberseite in Verbindung, während diese auf der anderen Seite auf ein gutes Stück Weg unterbrochen ist.

Eine Schutzscheide tritt bei fast allen Arten auf. Ihre Zellen sind von dem Durchgangsgewebe der Gefässbündel oft ganz wesentlich verschieden. Sie schliessen

vollständig ohne Intercellularräume zusammen, sind quadratisch und fallen daher sofort durch ihre Form dem runden Durchgangsgewebe gegenüber auf. Ihre Radialwände sind vielfach undiuliert. Auch durch Stärkegehalt oder Stärkemangel zeichnet sich diese Zellschicht vor dem Durchgangsparenchym aus; es ist auffallend, wie z. B. bei V. officinalis das ganze Parenchym keine Stärke führt und diese nur in der Schutzscheide vorkommt, während im entgegengesetzten Falle z. B. bei V. grandis das Durchgangsparenchym mit Stärke geradezu vollgepfropft ist und nur die Zellreihe um die Gefässbündel, eben die Schutzscheide von der Stärkeeinlagerung nicht betroffen wird. In den folgenden Art-Diagnosen werde ich von einer „typischen" und „nicht typischen" Schutzscheide sprechen, von der ersten dann, wenn sie sich durch die Form ihrer Zellen von dem umgebenden Grundparenchym deutlich abhebt oder die Verhältnisse zeigt, die ich bezüglich des Auftretens von Stärke soeben erwähnte. „Nicht typische" Schutzscheiden nenne ich alle diejenigen, welche durch eine gewisse kreisförmige, bestimmte, nicht verkennbare Anordnung ihrer Zellen sich von dem umgebenden Parenchym ebenfalls unterscheiden, aber doch dabei eben dieser typischen Form entbehren.

Über Kristalleinlagerung im Mesophyll kann ich nicht viel berichten; ich habe nämlich nur in zwei Fällen, bei Veron. virginica und V. officinalis, Carotin-Kristalle beobachtet.

Was die Haarbildung bei den Veronica-Arten betrifft, so habe ich schon oben erwähnt, dass ich bei allen untersuchten Arten kleine kurzgestielte Drüsenhaare mit eiförmigem, zweizelligem Köpfchen beobachtet habe; sie scheinen den Veronicas typisch zu sein. Ausser diesen treten bei den einzelnen Arten noch grosse Drüsen- und Gliederhaare auf. Während die kleinen Drüsenhaare über das ganze Blatt verteilt sind, beobachtete ich in der Mehrzahl der Fälle, wo überhaupt Gliederhaare auftreten, dass dieselben meist auf bestimmte

Stellen des Blattes beschränkt sind, so bei einigen auf den Blattrand, bei anderen auf die Nerven, wieder bei anderen auf die Ober- oder Unterseite. Bei einigen dieser Gliederhaare, deren Cuticula meist gekörnelt ist, finden sich bis zehn Glieder, die sich vielfach deutlich von einander absetzen. Bei den sehr stark filzig behaarten Blättern von V. incana wird die Behaarung von „Filzhaaren" gebildet, d. h. sehr langen, krausen, einzelligen dickwandigen Haaren mit kleinem Lumen, kurzem, ziemlich grosslumigem, ebenfalls dickwandigem Fuss. Der Fuss ist umfangreicher wie die Basis der eigentlichen Haarzelle, so dass diese von jenem sehr deutlich abgegliedert ist.

Achse: Die Epidermis trägt in allen untersuchten Fällen Spaltöffnungen und Haare wie das Blatt. Die Zellen besitzen mehr oder weniger starke Aussenwände, mit meist zarter Cuticula. Bei V. Buxbaumii und V. prostrata treten durch senkrecht zur Richtung der Organachse laufende Zwischenwände nochmals Teilungen der Zellen auf. Die Epidermiszellen von V. grandis führen zahlreich Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk, in Form von Säulen, seltener Würfeln. Sie liegen meist in der Einzahl in jeder Zelle, doch treten auch Fälle ein, wo sie zu zweien, ja in Masse beisammen liegen.

Radiale Teilungen des Rindenparenchyms fand ich bei V. incana, V. Teucrium, V. spuria und V. prostrata. Unter demselben liegt in allen untersuchten Fällen eine meist einschichtige Schutzscheide, die den Veronica-Arten typisch sein dürfte. Sie grenzt das Rindenparenchym gegen den Bast hin ab und ist meist in der Richtung der Tangente gestreckt. Bei den Veronica-Arten finden sich dieselben Extreme, in der Ausbildung des Hartbastes, die wir auch schon bei den Linaria-Arten getroffen haben, nämlich vollständiger Mangel der Sclerenchymelemente auf der einen Seite, und geschlossene, in einem der von mir untersuchten Fälle sogar „gemischte", continuierliche Sclerenchymringe auf der anderen Seite. Bei einzelnen Arten liegen die Bastzellen in sehr lockeren

Gruppen zusammen, sodass die Zellen sich nicht gegenseitig abflachen können und infolge dessen auch runde Gestalt behalten. Bei V. maritima sind diese lockeren Gruppen so auf den Umfang des Phloems verteilt, dass ein lockerer Ring zu stande kommt. Die Einzelzellen oder kleineren Gruppen werden bei V. prostrata durch sehr dickwandige, tangential gestreckte Zellen mit einander verbunden, sodass auch hier ein continuierlicher Ring mechanischen, allerdings nur teilweise verholzten Gewebes zu stande kommt.

Oxalatkristalle fand ich reichlich im Mark von V. spuria, V. spicata, V. prostrata und V. austriaca. Bei den beiden letztgenannten Arten treten im Marke ferner sclerotische Elemente auf, bei Ver. prostrata einzeln, bei V. austriaca in grossen Bündeln. Sie bestehen aus mächtigen Zellen, von der Grösse der übrigen, nebenbei bemerkt, sehr dickwandigen Zellen des Markes. Bei V. austriaca, wo sie in grossen Bündeln im Centrum des Markes auftreten, sind sie doch vollständig rund, nicht eckig-polyedrisch und lassen grosse Intercellularräume zwischen sich. Sie bestehen bei beiden Arten aus Brachy- und Makrosclereïden, in denen ich bei V. austriaca noch abgestorbenen protoplasmatischen Inhalt und Oxalatkristalle fand. Entwicklungsgeschichtlich vermochte ich die Entstehung dieser Sclereïden nicht zu verfolgen, weil ich nur kräftige Stengel zur Verfügung hatte; ich neige aber der Ansicht zu, dass dieselben erst durch nachträgliche Verholzung des Markes entstehen.

Untersucht wurden:

Veronica virginica L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig mit starken knotigen Verdickungen.

Hypoderm nur oberseits — einschichtig.

Spaltöffnungen klein, kreisrund — nur auf der Unterseite — ebenständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — hoch — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen und tangential gestreckten Zellen — locker.

Gefässbündel ohne typisches Verstärkungsgewebe — durchgehend — ohne typische Schutzscheide.

Carotin-Kristalle im Mesophyll.

Haare häufig — beiderseits — kleine Drüsen- und grosse, bis zehnzellige Gliederhaare.

Achse: Endodermis einschichtig — Continuierlicher, gemischter Sclerenchymring, aus Bastzellen und Brachysclereiden bestehend — Im Mark keine Oxalatkristalle.

Veronica grandis Fisch.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — schwach knotig.

Hypoderm beiderseits — einschichtig.

Spaltöffnungen beiderseits zahlreich — schmal-elliptisch.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — hoch — sehr scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus runden und tangential gestreckten Zellen bestehend — sehr locker.

Gefässbündel durchgehend — unterseits mit Collenchymbeleg und Sclerenchymfasern — oberseits mit stärkerem Collenchymbeleg, aber ohne Bast — Schutzscheide typisch.

Kristalle fehlen.

Haare zahlreich — beiderseits — kleine Drüsen- und grosse Gliederhaare.

Achse: Epidermiszellen zahlreiche Oxalatkristalle führend — Endodermis einschichtig — grössere und kleinere Gruppen von Sclerenchymelementen — Im Mark keine Calciumoxalatkristalle.

Veronica spicata L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — schwach knotig verdickt.

Hypoderm beiderseits einschichtig.

Spaltöffnungen beiderseits — dem Gattungstypus entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe dreischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe typisch — sehr locker.

Gefässbündel durchgehend — Verstärkungsgewebe aus Collenchym und Bast auf der Unterseite, ohne Bast auf der Oberseite, mit dem Collenchymbeleg der Oberseite auf einer Seite correspondierend — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare zahlreich — beiderseits — drei verschiedene Formen: 1. Gliederhaare, 2. mehrzellige Drüsenhaare mit einzelligem Köpfchen und 3. einzellige kurze Drüsenhaare mit zweizelligem Köpfchen.

Achse: Cuticula stark entwickelt — Endodermis einschichtig — Sclerenchymfasern in lockeren Gruppen auf den Umfang des Phloems verteilt — Im Mark Oxalat.

Veronica elatior Ehrh.

Epidermiszellen beiderseits polygonal — stark knotig verdickt.

Kein Hypoderm.

Spaltöffnungen mit besonderer Bevorzugung der Unterseite — unterseits breitelliptisch und klein — oberseits schmalelliptisch und gross.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig.

Schwammgewebe aus rundlichen und tangential gestreckten Zellen — diese über der unteren Epidermis palissadenartig entwickelt.

Gefässbündel mit Verstärkungsgewebe auf beiden Seiten — nur die Gefässbündel der Seitennerven mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen dem Mesophyll.

Haare mässig zahlreich — beiderseits kleine Drüsenhaare.

Achse: Endodermis einschichtig — Sclerenchymfasern zu einzelnen Zellen oder kleineren Gruppen, niemals in Bändern auftretend — Im Mark kein Oxalat.

Veronica maritima L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — mit mässig starken, knotigen Verdickungen.

Hypoderm unterseits einschichtig — oberseits vielschichtig.

Spaltöffnungen beiderseits, auf der Oberseite jedoch seltener als auf der Unterseite — eben- und zum Teil auch oberständig — sonst dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig — hoch.

Schwammgewebe typisch und locker.

Gefässbündel der Mittelnerven, sowie der primären und secundären Seitennerven führen Verstärkungsgewebe, letztere nur auf der Unterseite — sind mit etwas dickwandigem Parenchym durchgehend — die secundären Seitennerven gehen nach der Unterseite ebenfalls mit Parenchym durch, führen aber auf der Oberseite eine Reihe von Palissadenzellen — nur die Seitennerven mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Behaarung sehr stark — beiderseits — zwei verschiedene Haarformen: bis zehnzellige Gliederhaare und kleine Drüsenhaare.

Achse: Endodermis einschichtig — Sclerenchymelemente in einzelnen lockeren Gruppen oder Bändern

so auf den Umfang des Phloems verteilt, dass ein lockerer Ring zu entstehen scheint — Im Mark kein Oxalat.

Veronica incana L.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — mit ziemlich starken knotigen Verdickungen.

Hypoderm beiderseits — einschichtig.

Spaltöffnungen beiderseits zahlreich — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe drei- bis vierschichtig — hoch scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe typisch und locker — die erste Zellreihe über der unteren Epidermis vielfach palissadenartig gestreckt.

Gefässbündel der Mittel-, primären und secundären Seitennerven mit Verstärkungsgewebe, das bei den Mittelnerven einen geschlossenen Ring, bei den Seitennerven einen bandförmigen Beleg bildet und bei den Mittelnerven und Seitennerven erster Ordnung Bastzellen führt, die bei den Seitennerven zahlreicher als bei den Hauptnerven auftreten — Mittelnerv durchgehend — Seitennerven eingebettet — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Behaarung sehr stark — Blatt filzig — beiderseits — drei verschiedene Haarformen — grosse Glieder- und kleine Drüsenhaare; ausserdem besonders zahlreich krause Filzhaare, wie sie oben beschrieben wurden.

Achse: Rindenparenchym mit zahlreichen, radialen Teilwänden — Endodermis ein-, selten zweischichtig — Sclerenchymfasern lockere Gruppen bildend — im Mark kein Oxalat — Rindenparenchym getüpfelt.

Veronica spuria L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — mit knotigen Verdickungen.

Hypoderm beiderseits — einschichtig.

Spaltöffnungen beiderseits — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau homogen centrisch.

Mesophyll typisch und locker.

Gefässbündel durchgehend — Verstärkungsgewebe der Seitennerven nur unterseits — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — Drüsen- und Gliederhaare.

Achse: Rindenparenchym durch zahlreiche, senkrecht zur Organachse auftretende Zwischenwände nochmals geteilt — Sclerenchymfasern vereinzelt oder kleinere Gruppen bildend — Mark mit zahlreichen Einzelkristallen von oxalsaurem Kalk.

Veronica saxatilis Scop.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — mit starken knotigen Verdickungen.

Hypoderm beiderseits einschichtig.

Spaltöffnungen entsprechen dem Gattungscharakter.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig — schlecht ausgebildet — die Zellen jeder einzelnen Reihe unter sich verschieden.

Schwammgewebe aus rundlichen oder palissadenartig gestreckten Zellen bestehend — locker.

Kristalle im Mesophyll nicht vorhanden.

Gefässbündel der Mittelnerven durchgehend — der Seitennerven eingebettet — Verstärkungsgewebe auf der Unterseite der Mittelnerven mit Bast, fehlt der Oberseite der Seitennerven — ohne typische Schutzscheide.

Haare nicht so zahlreich — beiderseits — Drüsen- und Gliederhaare — diese auf der Unterseite besonders in der Nähe der Nerven und an diesen selbst.

Achse: Endodermis einschichtig — einzelne, isolierte kleine Sclerenchymfasern — kein Oxalat im Mark.

Veronica alpina L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Hypoderm fehlt.

Spaltöffnungen beiderseits sehr zahlreich — entsprechend dem Gattungscharakter.

Blattbau homogen centrisch.

Zellen des Mesophylls auf der Oberseite fester beisammenliegend und dadurch gewissermassen als Ersatz des Palissadengewebes funktionierend — auf der Unterseite locker.

Gefassbündel der durchgehenden Mittelnerven und der eingebetteten Seitennerven, letztere nur auf der Oberseite, mit Collenchymbeleg — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Behaarung mässig — zwei verschiedene Haarformen: kleine Drüsen- und bis zehnzellige Gliederhaare — diese nur am Blattrand.

Achse: Endodermis einschichtig — Sclerenchymfasern nur ganz vereinzelt — kein Oxalat im Mark.

Veronica bellidioides L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — knotig verdickt.

Hypoderm nur auf der Oberseite — einschichtig.

Spaltöffnungen kreisrund — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — hoch — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen bestehend — mit deutlicher Schichtenbildung.

Gefassbündel durchgehend — Verstärkungsgewebe fehlt der Oberseite der primären Seitennerven — die

Mittelnerven ohne typische, die Seitennerven mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare zahlreich — beiderseits — kleine Drüsen- und mehrzellige Gliederhaare.

Achse: Endodermis einschichtig — ohne jegliche Sclerenchymelemente — Im Mark kein Oxalat.

Veronica acinifolia. L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — mit starken knotigen Verdickungen.

Hypoderm nur auf der Oberseite — einschichtig.

Spaltöffnungen beiderseits — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe ein, selten zweischichtig — kurz und dick, sodass die Palissadenform mehr oder weniger verloren geht.

Schwammgewebe ziemlich fest — aus rundlichen oder eckigen Zellen, die da, wo sie an das Palissadengewebe grenzen, diesem täuschend ähnlich sehen.

Gefässbündel durchgehend — mit Collenchymbeleg auf Ober- und Unterseite — nur die Seitennerven mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haarbildung nicht so stark — beiderseits — kleine Drüsen- und vielzellige Gliederhaare.

Achse: Endodermis einschichtig — Nur vereinzelte Bastfasern — Im Mark kein Oxalat.

Veronica praecox All.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — mit knotigen Verdickungen.

Kein Hypoderm.

Spaltöffnungen beiderseits — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig — die beiden ersten Reihen hoch, schlauchförmig, die dritte kürzer — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe typisch und locker.

Gefässbündel der Mittelnerven durchgehend — mit Collenchymbeleg auf beiden Seiten — ohne typische Schutzscheide.

Gefässbündel der primären Seitennerven eingebettet — nur auf der Unterseite mit Collenchymbeleg — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare zahlreich — mehrzellige Glieder- und kleine Drüsenhaare.

Achse: Cuticula wulstartig — Endodermis einschichtig — vereinzelte Sclerenchymfasern — im Mark kein Oxalat.

Veronica triphyllos. L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — mit knotigen Verdickungen.

Kein Hypoderm.

Spaltöffnungen: siehe den Gattungscharakter — beiderseits.

Blattbau homogen centrisch.

Mesophyll aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen, die an der oberen Epidermis manchmal auch palissadenartig entwickelt sind, ohne jedoch diese Form vollkommen zu erreichen, wie dies hauptsächlich für den Blattrand giltig ist.

Gefässbündel auf Ober- und Unterseite mit Verstärkungsgewebe — der Mittelnerven durchgehend — der Seitennerven eingebettet — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare zahlreich — beiderseits: zwei verschiedene Haarformen — sowohl Drüsen- als auch vielzellige Gliederhaare.

Achse: Endodermis einschichtig — keine Sclerenchymfasern — kein Oxalat im Mark.

Veronica polita Fr.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — knotig verdickt.

Ohne Hypoderm.

Spaltöffnungen breitelliptisch — beiderseits.

Blattbau homogen centrisch — an den Blatträndern mit Anklängen an den bifacialen.

Mesophyll aus runden Zellen, die sich am Blattrande etwas palissadenartig entwickeln — locker.

Gefässbündel der Mittelnerven beiderseits mit Collenchymbeleg — durchgehend — ohne typische Schutzscheide.

Gefässbündel der primären Seitennerven nur oberseits mit Verstärkungsgewebe — eingebettet — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — zahlreich — kleine Drüsenhaare und mehrzellige Gliederhaare, deren einzelne Glieder sehr deutlich von einander abgesetzt sind.

Achse: Endodermis einschichtig — ohne Sclerenchymelemente — ohne Oxalat im Mark.

Veronica Buxbaumii.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — mit knotigen Verdickungen.

Hypoderm fehlt.

Spaltöffnungen beiderseits sehr zahlreich — schmalelliptisch.

Blattbau mit bifacialem Gepräge an den Blatträndern, sonst homogen centrisch.

Mesophyll aus tangential gestreckten Zellen — mässig locker — mit deutlicher Schichtenbildung — Zellen am Blattrand palissadenartig gestreckt, ohne diese Form vollkommen zu erreichen.

Gefässbündel durchgehend — mit typischer Schutzscheide — nur die Mittelnerven mit beiderseitigem Collenchymbeleg.

Kristalle fehlen dem Mesophyll.

Haarbildung beiderseits sehr stark — Glieder- und Drüsenhaare.

Achse: Epidermiszellen vielfach durch senkrecht zur Organaxe stehende Zwischenwände geteilt — Endodermis ein- und zweischichtig — ohne Sclerenchymelemente — die Elemente des Phloems sehr dickwandig.

Veronica Teucrium L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — mit ziemlich starken, knotigen Auflagerungen.

Hypoderm einschichtig — auf Ober- und Unterseite.

Spaltöffnungen oberseits nicht sehr zahlreich — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei-, seltener einschichtig — sehr schlecht vom Schwammgewebe sich abhebend.

Schwammgewebe aus runden oder meist palissadenartig gestreckten Zellen bestehend, wodurch es eben bedingt wird, dass das Palissadengewebe nicht deutlich gegen das Schwammparenchym absetzt.

Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven beiderseits mit Verstärkungsgewebe — durchgehend — mit typischer Schutzscheide.

Gefässbündel der secundären Nerven mit Collenchymbeleg nur auf der Unterseite — eingebettet — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare beiderseits — am Rande sehr zahlreich, auf der Blattfläche selbst mässig — Gliederhaare fast nur am Rande — Drüsenhaare über das ganze Blatt verbreitet.

Achse: Rindenparenchymzellen vereinzelt mit radialen Zwischenwänden — Endodermis einschichtig — Scleren-

chymfasern einzeln oder in Gruppen auftretend — Mark ohne Oxalat.

Veronica austriaca L.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — mit knotigen Verdickungen.

Hypoderm nur auf der Oberseite — einschichtig.

Spaltöffnungen wie der Gattungstypus.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- bis dreischichtig — sehr schlecht gegen das Schwammgewebe abgegrenzt, da dessen Zellen palissadenartig entwickelt sind.

Schwammgewebezellen palissadenartig gestreckt.

Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven durchgehend — Collenchymbeleg bei den letzteren nur auf der Unterseite — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare — ziemlich zahlreich — beiderseits — kleine Drüsen- und mehrzellige Gliederhaare.

Achse: Endodermis einschichtig — Sclerenchymfasern in einzelnen kleineren Gruppen — im Mark zahlreich Calciumoxalat — im Centrum desselben ein mächtiger Cylinder gemischter, aus Makro- und Brachysclereiden bestehender Sclerenchymelemente, vielfach grössere Intercellularräume zwischen sich lassend.

Veronica prostrata L.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — mit stark knotigen Verdickungen.

Hypoderm fehlt.

Spaltöffnungen beiderseits sehr zahlreich — kreisrund.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe ein-, selten zweischichtig — nicht deutlich vom Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus runden, meist palissadenartig entwickelten Zellen bestehend — daher auch nicht deutlich vom Palissadengewebe abgehoben.

Gefässbündel der Mittelnerven auf Ober- und Unterseite mit Verstärkungsgewebe — durchgehend — mit typischer Schutzscheide.

Gefässbündel der Seitennerven nur unterseits mit Collenchym — eingebettet — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Behaarung mässig — Drüsenhaare beiderseits Gliederhaare oberseits allein.

Achse: Epidermiszellen sehr häufig durch senkrecht zur Organachse stehende Zwischenwände geteilt — Rindenparenchym desgleichen mit zahlreichen, radialen Teilungen Endodermis einschichtig — Vereinzelte Zellen oder kleinere Gruppen von Sclerenchymfasern, durch sehr dickwandige, nicht verholzte, tangential gestreckte Zellelemente mit einander verbunden Mark zahlreiche Oxalatkristalle führend und von vereinzelten Sclereïden, Brachy- und Makrosclereïden, durchsetzt.

Veronica officinalis L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig mit knotigen Verdickungen.

Hypoderm beiderseits — auf der Oberseite zweischichtig, auf der Unterseite einschichtig.

Spaltöffnungen siehe den Gattungscharakter.

Blattbau bifacial — zwischen Mittelnerv und primären Seitennerven auch centrisch.

Palissadengewebe ein-, selten zweischichtig nicht scharf vom Schwammgewebe abgesetzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder mehr eckigen Zellen, welch' letztere am Palissadengewebe liegend leicht zu Täuschungen führen können.

Gefässbündel der Mittelnerven auf der Unterseite mit Collenchymbeleg und Sclerenchymfasern mit typischer Schutzscheide.

Gefässbündel der Seitennerven mit Collenchymbeleg auf Ober- und Unterseite, durchgehend mit typischer Schutzscheide.

Carotin-Kristalle kommen vereinzelt im Mesophyll vor.

Haare — beiderseits — Glieder- und Drüsenhaare.

Achse: Endodermis ein- und zweischichtig — Sclerenchymfasern in kleineren Gruppen — Mark ohne Kristalle.

Veronica latifolia L.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Kein Hypoderm.

Spaltöffnungen beiderseits sehr zahlreich — dem Gattungscharakter entsprechend.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe einschichtig — hoch — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder eckigen Zellen bestehend — mit deutlicher Schichtenbildung — fest.

Gefässbündel durchgehend — nur die Mittelnerven mit beiderseitigem Collenchymbeleg — nur die Seitennerven mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haarbildung stark, besonders auf der Oberseite — Drüsenhaare über das ganze Blatt verteilt — Gliederhaare vorzüglich auf der Oberseite.

Achse: Endodermis einschichtig — Sclerenchymfasern in grösseren Gruppen und Bändern auftretend — Mark ohne Kristalle.

Veronica aphylla L.

Epidermiszellen beiderseits polygonal — mit knotigen Verdickungen.

Hypoderm fehlt.

Spaltöffnungen beiderseits sehr zahlreich — kreisrund — hie und da mit einer dem Spalte parallelen Nebenzelle.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe dreischichtig — die Glieder der einzelnen Reihen in bezug auf ihre Grösse sehr verschieden — nicht sehr scharf gegen das Schwammgewebe abgesetzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder palissadenartig gestreckten Zellen bestehend — locker.

Gefässbündel durchgehend — mit typischer Schutzscheide — der Oberseite der Seitennerven fehlt der Collenchymbeleg.

Kristalle fehlen.

Haare — besonders an den Blatträndern zahlreich — Drüsenhaare beiderseits — Gliederhaare oberseits auf der ganzen Fläche — unterseits nur an den Nerven und den Blatträndern.

Achse: Endodermis einschichtig — ohne Sclerenchymelemente — ohne Kristalle.

Veronica bellidiflora.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — mit knotigen Verdickungen.

Hypoderm fehlt.

Spaltöffnungen entsprechend dem Gattungscharakter.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe dreischichtig — die Glieder der einzelnen Reihen unter einander sehr verschieden — sehr schlecht gegen das Schwammgewebe abgegrenzt — kurze und dicke Zellen.

Schwammgewebe aus rundlichen Zellen — meist mit deutlicher Schichtenbildung — locker.

Gefässbündel der Mittelnerven beiderseits mit Collenchymbeleg — durchgehend — ohne typische Schutzscheide.

Gefässbündel der Seitennerven ohne Verstärkungsgewebe — eingebettet — ohne typische Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare zahlreich — Drüsen- und Gliederhaare —

diese auf der Unterseite nur am Mittelnerven und den Blatträndern.

Achse, fehlt.

Veronica Velenovskyi.

Epidermiszellen beiderseits buchtig-wellig — schwach knotig, auf der Oberseite stärker als auf der Unterseite.

Hypoderm oberseits — einschichtig.

Spaltöffnungen schmalelliptisch, klein — sonst wie der Gattungscharakter.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zweischichtig — Zellen nieder scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus runden oder tangential gestreckten Zellen — mit sehr deutlicher Schichtenbildung.

Gefässbündel durchgehend — beiderseits mit Collenchymbeleg — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare mässig zahlreich — Drüsenhaare beiderseits — Gliederhaare nur auf der Oberseite.

Achse: Endodermis ein- und zweischichtig — ohne Sclerenchymelemente — ohne Kristalleinlagerung im Mark.

Veronica excelsa.

Epidermiszellen oberseits polygonal — unterseits buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Hypoderm fehlt.

Spaltöffnungen auf der Oberseite seltener — ebenständig, — in der Nähe der Nerven und an diesen selbst auch oberständig.

Blattbau bifacial.

Palissadengewebe zwei- und dreischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe — mehrschichtig, doch ohne deutliche Schichtenbildung — locker.

Gefässbündel durchgehend — Collenchymbeleg mit

Bast auf der Unterseite — ohne Bast auf der Oberseite — mit typischer Schutzscheide.

Kristalle fehlen.

Haare zahlreich — beiderseits — kleine Drüsenhaare und grosse Gliederhaare.

Achse: Endodermis einschichtig — Sclerenchymelemente in Form einzelner Zellen oder Gruppen ohne Bänderbildung — ohne Kristalle.

Anatomischer Schlüssel zu den von mir untersuchten Arten der Gattung Veronica.

A. Im Umkreis des Phloems der Achse ein geschlossener „gemischter" Sclerenchymring:
Veronica virginica.

B. Im Umkreis des Phloems der Achse einzelne oder Gruppen von Sclerenchymelementen.

1. Collenchymbeleg der Gefässbündel ohne Bastzellen.

a. Blatt bifacial.

1. Hypoderm fehlt.

α. Primäre Seitennerven durchgehend.

Beiderseits mit Verstärkungsgewebe: **Veronica elatior.**

Nur unterseits mit Verstärkungsgewebe: **Veronica latifolia.**

β. Primäre Seitennerven eingebettet.

Im Mark Oxalat: **Veronica prostrata.**

Im Mark kein Oxalat: **Veronica praecox.**

2. Hypoderm nur auf einer Seite:

Im Mark Oxalat: **Veronica austriaca.**

Im Mark kein Oxalat: **Veronica acinifolia.**

3. Hypoderm beiderseits einschichtig: **Veronica Teucrium.**

4. Hypoderm unterseits ein-, oberseits vielschichtig: **Veronica maritima.**

b. Blatt homogen centrisch.

1. Mit Hypoderm: **Veronica alpina.**

2. Ohne Hypoderm: **Veronica spuria.**

II. Collenchymbeleg der Gefässbündel mit Bastzellen.

a. Collenchymbeleg bandförmig.

1. Hypoderm fehlt: **Veronica excelsa.**

2. Hypoderm einschichtig:

Primäre Seitenneren durchgehend: **Veronica grandis.**

Primäre Seitennerven eingebettet: **Veronica saxatilis.**

3. Hypoderm mehrschichtig: **Veronica officinalis.**

b. Collenchymbeleg der Unterseite mit dem der Oberseite auf einer Seite correspondierend:

Veronica spicata.

c. Collenchymbeleg einen geschlossenen Ring bildend:

Veronica incana.

C. Im Umkreis des Phloems der Achse keine Sclerenchymelemente.

I. Blattbau bifacial.

a. Hypoderm fehlt: **Veronica aphylla.**

b. Hypoderm nur oberseits:

Palissadengewebe einschichtig: **Veronica bellidioides.**

Palissadengewebe zweischichtig: **Veronica Velenovskyi.**

II. Blattbau homogen centrisch.

a. Gefässbündel der primären Seitennerven durchgehend:

Veronica Buxbaumii.

b. Gefässbündel der primären Seitennerven eingebettet:

Collenchymbeleg beiderseits:

Veronica triphylla.

Collenchymbeleg nur unterseits:

Veronica polita.

Tribus Euphrasieae.

Gattung No. 149. Euphrasia.

Diese zum Tribus XII. der Series C. (Rhinanthideae) *Bentham* und *Hooker*'schen Systems gehörige Gattung Euphrasia ist durch keine hervorragenden, anatomischen Verhältnisse ausgezeichnet, welche zur Unterscheidung und Abgrenzung derselben von den übrigen Gattungen dienen könnten.

Blatt: Die Epidermis ist mässig dickwandig und mit einer zarten, glatten, kaum merklichen cuticula überzogen. Die Zellen sind am Blatte selbst gestreckt, an den Nerven höher, meist quadratisch. Die Ränder der Zellen sind buchtig-wellig. Eine knotige Verdickung trat nur bei E. alpina und E. officinalis schwach auf, fehlte dagegen Euphrasia minima.

Die beiderseits auftretenden Spaltöffnungen sind breitelliptisch bis kreisrund, sonst durch keine Verhältnisse ausgezeichnet.

Im Blattbau scheint der homogen centrische Bau vorzuherrschen. Bei den drei untersuchten Arten fand ich zwei, die durchwegs diesen Typus zeigen; nur an den Blatträndern ist eine Differenzierung in ein Palissadengewebe und Schwammparenchym angedeutet, ohne dass jedoch die Palissadenform vollkommen erreicht würde. Bei der dritten Art, Euphr. minima, ist der Blattbau zwischen dem Mittel- und den primären Seitennerven ebenfalls centrisch und wird erst jenseits des ersten Nerven rein und deutlich bifacial. Das Palissadengewebe

ist entweder ein- oder zweischichtig, im ersteren Falle lang und schlauchförmig, im zweiten etwas kürzer und mehr dick.

In überaus reicher und mannigfaltiger Weise sind die Euphrasia-Arten mit Haaren ausgestattet. Der Reichtum an verschiedenen Haarformen wechselt bei den einzelnen Arten; so beobachtete ich bei E. minima zwei, bei E. alpina drei und endlich bei E. officinalis sogar vier verschiedene Formen auf demselben Blatte neben einander. Zunächst sind es die kleinen Drüsenhaare auf einzelligem, kurzem Stiel mit kugelrundem, durch zwei senkrecht zu einander stehende Scheidewände vierzelligem Köpfchen, die allen Euphrasia-Arten eigentümlich sind und uns durch ihr massenhaftes Auftreten auffallen müssen. Eigentümlich sind ausserdem noch allen Arten kurze, einzellige, hackenförmig gekrümmte Borstenhaare mit sehr dicker Wand und stark gekörnelter Cuticula. Mehrzellige Gliederhaare, durch dünne Wände ausgezeichnet, fand ich bei E. alpina und E. officinalis und bei letzterer allein grosse, vielzellige Drüsenhaare mit kugeligem einzelligem Köpfchen.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven werden von Verstärkungsgewebe in Form eines stark collenchymatisch verdickten Gewebes umgeben, das bei E. alpina vereinzelte Sclerenchymfasern führt. Der Oberseite der Seitennerven fehlt der Collenchymbeleg, der der Mittelnerven die Bastzellen. Sie sind durchgehend, und zwar die Seitennerven mit einfachem, etwas dickwandigem Parenchym, während bei den Mittelnerven etwas complicitertere Verhältnisse auftreten. Bei E. officinalis ist das Durchgangsgewebe der Ober- und Unterseite gleich, bei E. alpina ist dasselbe auf der Oberseite englumiger und dickwandiger als auf der Unterseite und endlich bei E. minima gehen die Gefässbündel nach der Oberseite mit dem unter derselben entwickelten Hypoderm durch. Dieses Hypoderm besteht aus mehreren Zellreihen stark collenchymatisch verdickter Zellen. Es fehlt den anderen Euphrasia-Arten.

Achse: Wie sich die einzelnen Euphrasia-Arten schon in dem Bau des Blattes und besonders in der Differenzierung der Elemente der Nerven von einander unterscheiden, treten bei dem Bau der Achse noch andere Verhältnisse hervor, die höchst merkwürdig und interessant erscheinen.

Die Behaarung ist bei allen Arten dieselbe wie die des Blattes. Während E. minima keine Schutzscheide besitzt und ihr sclerenchymatische Elemente vollständig fehlen, sehen wir bei Euphr. officinalis eine allseitig verkorkte Endodermis, ebenfalls mit vollständigem Mangel an Sclerenchymfasern und endlich bei E. alpina einen geschlossenen, vielschichtigen Bastcylinder aus sehr stark, oft bis zum Verschwinden des Lumens verdickten Zellen. Ausserdem treten hier noch Phloemspaltungen auf. Markstrahlen fehlen den Euphrasia-Arten,

Betrachten wir uns diese Verhältnisse näher und schauen wir uns nach dem Vaterland der einzelnen Arten um, so finden wir, dass die bei uns einheimischen E. officinalis und E. minima in ihrem Bau am meisten übereinstimmen, sie besitzen beide homogen centrischen Blattbau, das Verstärkungsgewebe der Gefässbündel besteht aus Collenchym ohne Bastzellen, sie ermangeln beide der Sclerenchymelemente im Umkreis des Phloems. Wesentlich weicht davon ab die australische Euph. alpina. Bifacialer Blattbau, Verstärkungsgewebe mit Bast, geschlossener Bastcylinder mit Phloemspaltungen sind die Verhältnisse, durch die sie sich so wesentlich von den anderen Arten auszeichnet. Nach *De Candolle's* Prodromus gliedert sich die Gattung Euphrasia in drei Paragraphen: § 1. Semicalcaratae, zu denen die beiden erstgenannten Arten gehören. § 2. Australes mit E. alpina und endlich § 3. Trifidae, von denen ich keinen Vertreter bekommen konnte. Es ist also hier in schöner Weise möglich, das natürliche System *De Candolle's* beizubehalten und durch die Anatomie seinen Wert zu erhöhen und zu vervollkommnen.

Euphrasia officinal L.

Epidermiszellen buchtig-wellig — mit schwach knotigen Verdickungen.

Spaltöffnungen entsprechend dem Gattungscharakter.

Blattbau homogen centrisch.

Mesophyll aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen bestehend.

Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven durchgehend — Verstärkungsgewebe aus collenchymatisch verdickten Zellen bestehend.

Haare sehr zahlreich — vier verschiedene Haarformen.

Achse: Endodermis vorhanden — Bastzellen fehlen.

Euphrasia minima Jacq.

Epidermiszellen buchtig-wellig — ohne knotige Verdickungen.

Spaltöffnungen entsprechend dem Gattungscharakter.

Blattbau homogen centrisch.

Mesophyll aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen bestehend.

Gefässbündel durchgehend — mit Verstärkungsgewebe aus collenchymatisch verdickten Zellen bestehend.

Haare sehr zahlreich — zwei verschiedene Haarformen.

Achse: Schutzscheide und Bast fehlen vollständig.

Euphrasia alpina Sam.

Epidermis buchtig-wellig — mit schwach knotigen Verdickungen.

Spaltöffnungen wie der Gattungscharakter.

Blattbau bifacial — zwischen den Mittel- und primären Seitennerven homogen centrisch.

Palissadengewebe ein- bis zweischichtig — scharf gegen das Schwammgewebe abgegrenzt.

Schwammgewebe aus rundlichen oder tangential

gestreckten Zellen bestehend — auch hier sehr schöne, typische Sammelzellen ausgebildet.

Gefässbündel durchgehend — Verstärkungsgewebe der Mittelnerven aus collenchymatischem Gewebe mit vereinzelten Bastzellen, der primären Seitennerven aus demselben Gewebe ohne Bast.

Haare sehr zahlreich — drei verschiedene Haarformen.

Achse: Schutzscheide fehlt — Continuierlicher, einfacher Sclerenchymring mit Phloëmspaltungen.

Anatomischer Schlüssel zu den von mir untersuchten Euphrasia-Arten:

A. Achse ohne Sclerenchymelemente
   I. Mit Schutzscheide:
      Euphrasia officinalis.
   II. Ohne Schutzscheide.
      Euphrasia minima.
B. Achse mit geschlossenem Sclerenchymring:
   Euphrasia alpina.

Gattung No. 151,1. Parentucellia.

Die Gattung Parentucellia, in den „Genera plantarum" als Eufragia eine „sectio" der Gattung Bartsia bildend, ist den Euphrasia-Arten durch die Haargebilde nahe verwandt. Sie ist durch zwei Arten vertreten, von denen mir Parentucellia latifolia Viv. zur Verfügung stand. Anatomisch charakterisiert sich diese Art folgendermassen:

Blatt: Die Epidermiszellen zeigen auf der Flächenansicht buchtig-welligen Umriss, ohne knotige Verdickungen. Die Zellen sind mehr oder weniger gestreckt und besitzen mässig dicke Wandungen mit zarter, glatter cuticula.

Die Spaltöffnungen treten beiderseits auf, sind klein, kreisrund und ebenständig.

Die Trichome gleichen denen der Gattung Euphrasia vollständig: 1. Einfache, hackenförmig gekrümmte Borstenhaare mit gekörnelter cuticula, 2. Kleine, kurzgestielte Drüsenhaare mit kugeligem, vierzelligem Köpfchen, 3. Grössere, mehrzellige Drüsenhaare mit ein- bis zweizelligem Köpfchen. Die Haargebilde treten in grosser Menge auf; von ihnen sind nur die letztgenannten, mehrzelligen Drüsenhaare von denen der Gattung Euphrasia etwas verschieden.

Der Blattbau ist bifacial; das Palissadengewebe zweischichtig und scharf gegen das aus rundlichen Zellen bestehende, sehr lockere Schwammgewebe abgegrenzt.

Die Gefässe der Mittelnerven sind von collenchymatischem Verstärkungsgewebe umgeben und mit kleinlumigem, etwas verdicktem Parenchym durchgehend, während alle Seitennerven kein Verstärkungsgewebe führen und eingebettet sind. Dadurch unterscheidet sich diese Art ziemlich von den Euphrasia-Arten.

Achse: Die Behaarung der Achse gleicht der des Blattes, doch fehlen die kurzgestielten Drüsenhaare mit vierzelligem Köpfchen. Die Wände der quadratischen Epidermiszellen sind dick. Die Schutzscheide ist durchgängig zweischichtig und besonders an den Radialwänden verkorkt. Sclerenchymelemente fehlen vollständig. Markstrahlen fehlen.

Gattung No. 151,2. Bellardia.

Als zweiter Sectio der Gattung Bartsia, also einer ziemlich nahen Verwandten dieser, würde man von dieser Art vermuten, dass sie sich den übrigen Sectionen dieser Gattung wenigstens einigermassen nähern würde. Das ist nun aber absolut nicht der Fall und Bellardia darf gewiss nicht mit diesen in irgend eine nähere Beziehung gebracht werden, natürlich vom anatomischen Standpunkt aus betrachtet, und muss als selbständige Gattung behandelt werden, wie dies auch in den „Natürlichen

Pflanzenfamilien“ von *Engler* geschieht. Von den zwei Arten untersuchte ich Bellardia Trixago L.

Blatt: Die Epidermiszellen sind sehr unregelmässig gebaut, bald nieder, bald quadratisch oder palissadenartig, d. h. etwas höher wie breit; sie besitzen verdickte Aussen- und Innenwände, dünne Seitenwände und zeigen auf der Flächenansicht buchtig-welligen Umriss.

Der Blattbau ist homogen centrisch. Das Gewebe besteht aus runden oder tangential gestreckten Zellen und ist ziemlich fest.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven werden von Verstärkungsgewebe begleitet, bei ersterem aus Collenchym mit Bastzellen, bei letzteren aus Collenchym allein bestehend. Beide Nerven gehen mit grosslumigem, collenchymatisch verdicktem Parenchym durch. Alle anderen Nerven führen kein Verstärkungsgewebe und sind eingebettet.

Wie alle Euphrasieen besitzt auch Bellardia Trixago zahlreiche Haarformen, darunter eine, die mir nur hier allein begegnet ist, nämlich mehrzellige grosse Drüsenhaare mit keilförmigem, vielzelligem Köpfchen. Ausser diesen kleine, kurzgestielte Drüsenhaare mit vierzelligem Köpfchen, einfache, lange, spitz zulaufende Haare, mit Höckern besetzt, ferner dolchartige Haare mit sehr lang ausgezogener, verdickter Spitze, nach unten sich erweiternd.

Achse: Der Stengel ist vierkantig, trägt vereinzelte Spaltöffnungen und dieselbe Behaarung wie das Blatt. Die Kanten bestehen aus Collenchym. Das Rindenparenchym ist mässig dick. Unter demselben fehlt die Schutzscheide. Die Sclerenchymfasern liegen gewöhnlich in der Einzahl bandartig neben einander; es kommt jedoch kein geschlossener Kreis zusammen, da die Sclerenchymfasern durch das Rindenparenchym mehr oder weniger grosse Unterbrechungen erfahren. Der Holzkörper wird von Markstrahlen durchsetzt.

Gattung No. 151,5. Odontites.

Diese etwa zwanzig Arten umfassende Gattung ist nach *Bentham* und *Hooker* ebenfalls eine Sectio der Gattung Bartsia. Die von mir untersuchten drei Arten sind durch gar keine anatomischen Verhältnisse und Merkmale charakterisiert, sodass es unmöglich ist, einen für sämtliche Arten giltigen Gattungscharakter aufzustellen.

Wie alle Euphrasieen besitzt auch die Gattung Odontites mehrere Trichomgebilde auf einem Blatte neben einander. Auch hier sehen wir wieder die kleinen, vierzellige Köpfchen tragenden Drüsenhaare, neben ihnen einfache, einzellige Haare und mehr oder weniger langgestielte Drüsenhaare mit kugeligem, einzelligem Köpfchen.

Die Spaltöffnungen sind breitelliptisch bis kreisrund und ebenständig.

Der Blattbau ist bei Odontites rubra Pers. und O. viscosa Reichb. rein bifacial, bei O. lutea Reichb. nähert er sich am Blattrande und an den Nerven dem isolateralen Bau. Während bei O. rubra und O. viscosa das Palissadengewebe einschichtig und nur vereinzelt zweischichtig erscheint, finden wir letzteren Fall stets bei O. lutea. Die Palissadenzellen von O. rubra sind lang schlauchförmig, die von O. viscosa dagegen kurz und dick, sodass die typische Palissadenform häufig mehr oder weniger verloren geht. Das Schwammgewebe besteht aus rundlichen oder tangential gestreckten Zellen.

Die Gefässbündel von O. rubra und O. viscosa, sowohl der Mittelnerven als auch der primären Seitennerven sind durchgehend und auf Ober- und Unterseite von einem collenchymatischen Verstärkungsgewebe umgeben. Bei O. lutea findet sich das Verstärkungsgewebe nur bei den Mittelnerven und auf der Unterseite der primären Seitennerven. Mit Ausnahme der Mittelnerven sind sämtliche Nerven eingebettet.

Achse: Der Besprechung derselben schicke ich voraus, dass O. rubra und O. viscosa sich im Bau der-

selben fast vollkommen gleichen und dass die in folgendem aufgeführten Unterschiede sich auf O. rubra und O. viscosa einerseits und O. lutea andererseits beziehen.

Die Behaarung ist wie die des Blattes. Die Epidermis besitzt starkwandige Zellen, das Rindenparenchym ist sehr dick, rund oder oval; bei O. rubra beobachtete ich vielfach durch senkrecht zur Richtung der Organachse auftretende Zwischenwände radiale Teilungen. Die Schutzscheide fehlt vollständig bei O. lutea, tritt dagegen bei den anderen zwei Arten in Form eines einfachen Kreises stark gestreckter, allseitig verkorkter Zellen auf. Unter ihr beobachtete ich eine continuierliche Zone stark verdickter, tangential gestreckter Zellen. Das Mark ist dickwandig und getüpfelt. Markstrahlen fehlen dem sonst mächtigen Holzkörper.

Die einzigen Verhältnisse, die es vielleicht gestatten, die beiden Arten O. rubra und O. viscosa auseinanderzuhalten, sind die radialen Teilwände im Rindenparenchym der Achse von O. rubra und die sehr kurzen und dicken Palissadenzellen bei O. viscosa, während diese bei der anderen Art viel länger, schlauchförmig, also um ein vielfaches länger wie breit sind.

Auch hier ist es möglich, die in *De Candolle's* Prodromus eingeführte Verteilung der einzelnen Arten auf die verschiedenen Sectionen beizubehalten. Ebenso sehen wir, dass die Arten, die sich durch ihre morphologischen Verhältnisse in einer Sectio vereinigen, auch übereinstimmende anatomische Merkmale darbieten. Die Gattung O. zerfällt nach dem Prodromus in drei Sectionen, von denen die erste „Lasiopera" wegen Materialmangel nicht in den Bereich meiner Untersuchungen gezogen werden konnte. In der zweiten Sectio „Orthantha" steht O. lutea, in der dritten „Enodontites" O. rubra und O. viscosa.

Nehmen wir als leitendes Princip bei der Einteilung nach anatomischen Merkmalen das Fehlen oder Vorhandensein der Schutzscheide an, so würde der „anatomische Schlüssel" sich vielleicht in folgender Weise gestalten.

Ich führe vergleichswegen die Einteilung nach morphologischen Verhältnissen neben der nach anatomischen auf.

„Morphologischer Schlüssel."

Sectio I. Lasiopera
Sectio II. Orthantha
Odontites lutea
Sectio III. Euodontites
Odontites rubra
Odontites viscosa.

„Anatomischer Schlüssel."

A. Schutzscheide fehlt:
Odontites lutea (Sectio II).
B. Schutzscheide vorhanden:
I. Rindenparenchym mit radialen Teilwänden:
Odontites rubra (Sectio III).
II. Rindenparenchym ohne radiale Teilwände:
Odontites viscosa (Sectio III).

Gattung No. 155. Rhinanthus.

Diese ebenfalls zu den Euphrasieen gehörige Gattung besitzt wiederum die diesen eigentümlichen Drüsenhaare und unterscheidet sich durch den kantigen Stengel wesentlich von den übrigen Angehörigen des Tribus, ausgenommen Bellardia und Tozzia. Im übrigen bietet uns die von mir untersuchte Art, Rhinanthus major Ehrh., folgende anatomische Verhältnisse.

Die Epidermiszellen des Blattes sind oberseits polygonal, unterseits buchtig-wellig, besitzen stark verdickte Aussen-, dagegen dünne Seitenwände. Auf der Oberseite des Mittelnerven ist ein zweischichtiges Hypoderm aus stark verdickten Zellen bestehend entwickelt; dasselbe steht mit dem collenchymatischen Beleg der Gefäss-

bündeloberseite in Verbindung. Sie führt beiderseits ebenständige, kreisrunde Spaltöffnungen.

Der Blattbau ist bifacial, das Palissadengewebe zweischichtig und scharf gegen das lockere, aus rundlichen Zellen bestehende Schwammparenchym abgegrenzt.

Die Gefässbündel der Mittel- und primären Seitennerven führen auf Ober- und Unterseite collenchymatisches Verstärkungsgewebe und gehen durch, letztere vollständig mit grosslumigem, etwas dickwandigem Parenchym, erstere nach der Unterseite mit demselben Parenchym, nach der Oberseite mit dem Hypoderm der Blattoberseite. Die übrigen Nerven führen kein verstärkendes Gewebe und sind eingebettet.

Die Trichombildung ist auch hier überaus reich. Es finden sich: 1. mehrzellige, spitz zulaufende Gliederhaare, 2. einfache, borstige Haare mit starker Wandung und 3. kleine, kugelige vierzellige Köpfchen tragende Drüsenhaare.

Achse: Der vierkantige Stengel besitzt nur mehrzellige Gliederhaare. Die Kanten bestehen aus gewöhnlichem, rundem, dickwandigem Rindenparenchym. Schutzscheide und Sclerenchymelemente im Umkreis des Phloems fehlen. Markstrahlen fehlen; doch konnte ich zwischen den primären Gefässbündeln verlaufende, radial gestreckte, getüpfelte Zellen beobachten, die sich jedoch noch im Holze verlieren.

Gattung No. 156. Melampyrum.

Diese Gattung besitzt wiederum Drüsenhaare, wie sie der vorhergehenden eigen sind, und wird ausserdem von den übrigen Gliedern dieses Tribus durch subepidermale Bastzellen ausgezeichnet. Da dieselben bei allen drei untersuchten Arten auftreten, so dürfte es kaum zweifelhaft sein, dass dieselben Artwert, resp. Gattungswert besitzen.

Blatt: Die Epidermiszellen zeigen auf der Flächen-

ansicht einen buchtig-welligen Umriss; ihre Aussenwände sind stark verdickt, jedoch ohne Cuticularschichten. Die Cuticula ist fein-längsstreifig.

Die beiderseits, nur bei M. nemorosum L. auf der Oberseite spärlich, auftretenden, breitelliptischen bis kreisrunden Spaltöffnungen sind ebenständig.

Der Blattbau ist bifacial, bei M. arvense L. homogen centrisch. Das Palissadengewebe gliedert sich in zwei Zellschichten, die gewöhnlich ziemlich gleich lang sind. Es ist scharf gegen das aus rundlichen Zellen bestehende Schwammgewebe abgegrenzt. Das Mesophyll des Blattes von M. arvense besteht fast durchgängig aus rundlichen Zellen, die jedoch an der Oberseite stark tangential gestreckt sind, so dass sie gewissermassen das Palissadengewebe ersetzen.

Die Gefässbündel der Mittelnerven sämtlicher drei Arten gehen durch; die der primären Seitennerven von M. nemorosum ebenfalls; dagegen sind sämtliche Seitennerven aller übrigen Arten eingebettet. Auch das Verstärkungsgewebe ist bei den einzelnen Arten verschieden. So finden wir bei den Seitennerven ein solches nur bei den durchgehenden primären von M. nemorosum, nicht bei den eingebetteten.

Im Mesophyll des Blattes von M. arvense und zwar im Schwammparenchym treten reichlich Proteïnkristalloïde auf, wodurch diese Art ein besonderes Interesse gewinnt.

Was die Behaarung anbelangt, so ist dieselbe bei sämtlichen Arten gleich. Es finden sich neben einander kleine, kurzgestielte Drüsenhaare mit vierzelligem Köpfchen und ein- bis mehrzellige, spitze Gliederhaare mit gekörnelter Cuticula. Die Behaarung ist im Gegensatz zu anderen Gattungen des Tribus mässig stark.

Achse: Der Achse gehört also, wie schon erwähnt, das bedeutendste Merkmal an, was diese Gattung von den übrigen Gliedern des Tribus auszuzeichnen scheint: die subepidermalen, vereinzelten Sclerenchymelemente. Dieselben besitzen die gleiche Form wie die Sclerenchymelemente im Umkreis des Phloems. Die Epidermis

trägt dieselben Haargebilde wie das Blatt. Spaltöffnungen treten nur bei M. cristatum vereinzelt auf, den übrigen Arten fehlen sie. Die Epidermiszellen besitzen stark verdickte, wenig cuticularisierte Aussenwände und sind bei M. arvense vielfach durch radiale Wände nochmals geteilt. Unter dem dickwandigen Rindenparenchym fehlt die Schutzscheide. An ihrer Stelle finden wir vereinzelte Bastzellen, die nur bei M. cristatum hie und da zu kleineren, aber sehr lockeren Gruppen zusammentreten. Das Mark ist dünnwandig. Markstrahlen fehlen.

Nach diesen anatomischen Verhältnissen lassen sich die einzelnen Arten unschwer von einander unterscheiden:

Zunächst gliedert sich M. nemorosum durch seine durchgehenden Nerven (d. h. den primären Seitennerven) von den beiden anderen Arten ab. M. arvense und M. cristatum können durch verschiedene Verhältnisse auseinander gehalten werden: dort die Spaltöffnungen der Epidermis, die in lockeren Gruppen auftretenden Bastzellen; hier fehlende Spaltöffnungen, die radialen Teilungen der Epidermiszellen und endlich die nur vereinzelt auftretenden Bastzellen.

Gattung No. 157. Tozzia.

Diese monotypische Gattung wird vertreten durch Tozzia alpina L. Leider standen mir keine Blätter zur Verfügung, so dass ich mich auf die Besprechung der Achse allein beschränken muss.

Der Stengel ist vierkantig; die Kanten bestehen aus Collenchym ohne Bastverstärkung. Schutzscheide, Sclerenchymfasern im Umkreis des Phloems und Markstrahlen fehlen vollständig.

Litteratur.

Bentham et *Hooker*, Genera plantarum Vol. II, Pars II. London 1876.

Born, Vergleichend-systematische Anatomie des Stengels der Labiaten und Scrophulariaceen mit vergleichenden Ausblicken auf die nächstverwandten Familien. Inaug.-Dissert. Berlin 1886.

De Candolle, Prodromus X. 1846.

Engler, Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten IV. Teil.

Hartig, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Holzpflanzen, Botanische Zeitung 1859, pag. 107.

Kohl, Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Kalksalze und der Kieselsäure in den Pflanzen.

Kuppfender, Beiträge zur Anatomie der Globulariaceen und Selaginaceen und zur Kenntnis des Blattcambiums. Inaug.-Dissert. Kiel 1891.

Meyer, A. Wissenschaftliche Drogenkunde, Berlin 1891.

Möller, Anatomie der Baumrinden, Berlin 1882.

Moller, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes, in Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Math.-naturw. Cl. Band 36. Wien 1876.

Sanio, Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzkörpers, Botanische Zeitung 1863, pag. 408.

Solereder, Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen, München 1885.

Vesque, Caractères des principales familles gamopétales, tirés de l'anatomie de la feuille in Annal. d. scienc. natur. Série VII. Tome I.

Zimmermann, Die botanische Mikrotechnik, Tübingen 1892.

Vita.

Ich, *Erwin Koch*, wurde geboren am 27. März 1870 zu Frankenthal als der Sohn des damaligen Gymnasiallehrers, nunmehrigen Rektors *Alwin Koch* und seiner Gattin *Elise*, geb. *Meyer*. Nach den vorbereitenden Studien auf den Studienanstalten zu Frankenthal und Zweibrücken trat ich in die pharmazeutische Vorbereitungspraxis, die ich mit der im September 1888 in Speyer bestandenen Gehilfenprüfung beendete. Von da an bis Oktober 1891 conditionierte ich in Apotheken zu Freiburg i. B., Bonn a. Rh. und Cuxhaven. Meine pharmazeutischen Studien setzte ich als Student der Pharmazie an der Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg fort, woselbst ich am 16. Mai 1893 mit der Note I approbiert wurde. Immatriculiert war ich hier noch bis zum Sommersemester 1894 und von da an bis Ende des Wintersemesters 1894/95 als Candidat der Naturwissenschaften bei der Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen; hier wurde ich am 13. März 1895 „magna cum laude" zum Doktor der Philosophie promoviert.

Der Konfession nach bekenne ich mich zur protestantischen Kirche.

Während meiner Studienzeit zu Würzburg und Erlangen hörte ich die Vorlesungen von: *Emil Fischer, Sachs, Rontgen, Wislicenus, Medicus, Boveri, Hantzsch, Reess, Oebbeke, Selenka, Wiedemann.*

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Einleitung . . . . . V—XII

Allgemeiner Teil . . . . . 1—26

Epidermis p. 1—3. — Spaltöffnungen p. 3—4. — Haare p. 4—5. — Blattbau 5—8. — Nerven p. 8—13. — Kristalle p. 13—15. — Achsenstruktur p. 15—27.

Spezieller Teil . . . . . 27—152

Verbascum	p. 27—30.	Dischisma	p. 97—99.
Celsia	p. 30—33.	Torenia	p. 99—101.
Calceolaria	p. 33—35.	Lindernia	p. 101—102.
Alonsoa	p. 35—36.	Limosella	p. 102—103.
Nemesia	p. 36—38.	Capraria	p. 103—104.
Linaria	p. 38—53.	Digitalis	p. 104—111.
Antirrhinum	p. 53—56.	Erinus	p. 111—113.
Lophospermum	p. 56—57.	Wulfenia	p. 113—114.
Scrophularia	p. 57—69.	Paederota	p. 114—115.
Paulownia	p. 69—72.	Veronica	p. 115—140.
Chelone	p. 72—73.	Euphrasia	p. 140—144.
Pentastemon	p. 73—86.	Parentucellia	p. 144—145.
Zaluzianskia	p. 86—88.	Bellardia	p 145—147.
Mimulus	p. 88—94.	Odontites	p. 147—149.
Mazus	p. 94—95.	Rhinanthus	p. 149—150.
Gratiola	p. 95—97.	Melampyrum	p. 150—152.

Tozzia pag. 152.

Litteratur 153